

ΜΕΤΑΒΟΛΕΣ ΦΥΣΙΟΛΟΓΙΚΩΝ ΠΑΡΑΜΕΤΡΩΝ ΚΑΙ ΤΗΣ ΚΡΙΣΙΜΗΣ  
ΤΑΧΥΤΗΤΑΣ ΣΤΗ ΔΙΑΡΚΕΙΑ ΤΗΣ ΠΕΡΙΟΔΟΥ ΠΡΟΕΤΟΙΜΑΣΙΑΣ  
ΣΕ ΚΟΛΥΜΒΗΤΕΣ ΥΨΗΛΟΥ ΕΠΙΠΕΔΟΥ ΜΕ ΚΙΝΗΤΙΚΕΣ ΑΝΑΠΗΡΙΕΣ

Της  
Γεωργίας Πολατίδου

Μεταπτυχιακή διατριβή υποβάλλεται στο καθηγητικό σώμα για τη μερική  
εκπλήρωση των υποχρεώσεων απόκτησης του μεταπτυχιακού τίτλου του  
Διατμηματικού Μεταπτυχιακού Προγράμματος «Άσκηση και Ποιότητα Ζωής»  
των Τμημάτων Επιστήμης Φυσικής Αγωγής και Αθλητισμού του Δημοκρίτειου  
Παν/μίου Θράκης και του Παν/μίου Θεσσαλίας στην κατεύθυνση «Πρόληψη –  
Παρέμβαση - Αποκατάσταση»

Κομοτηνή 2007

Εγκεκριμένο από το Καθηγητικό σώμα:

---

1<sup>ος</sup> Επιβλέπων: Μπάτσιου Σοφία, Επικ.Καθηγήτρια

---

2<sup>ος</sup> Επιβλέπων: Σάββας Τοκμακίδης, Καθηγητής

---

3<sup>ος</sup> Επιβλέπων: Δούδα Ελένη, Επικ.Καθηγήτρια



**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ  
ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗΣ & ΠΛΗΡΟΦΟΡΗΣΗΣ  
ΕΙΔΙΚΗ ΣΥΛΛΟΓΗ «ΓΚΡΙΖΑ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ»**

Αριθ. Εισ.: 5392/1  
Ημερ. Εισ.: 19-06-2007  
Δωρεά: \_\_\_\_\_  
Ταξιθετικός Κωδικός: Δ  
797.210 87  
ΠΟΛ



## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Γεωργία Πολατίδου: Μεταβολές φυσιολογικών παραμέτρων και της κρίσιμης ταχύτητας στη διάρκεια της περιόδου προετοιμασίας σε κολυμβητές υψηλού επιπέδου με κινητικές αναπηρίες.

(Υπό την επίβλεψη της Επικ. Καθηγήτριας κας Μπάτσιου Σοφίας)

Σκοπός της εργασίας ήταν να μελετήσει την επίδραση των προγραμμάτων εξάσκησης κατά την περίοδο προετοιμασίας στην κρίσιμη ταχύτητα, στην καρδιακή συχνότητα και στο γαλακτικό των κολυμβητών υψηλού επιπέδου με κινητικές αναπηρίες. Στη μελέτη συμμετείχαν 6 κολυμβητές της Εθνικής Ομάδας, 2 γυναίκες και 4 άντρες, οι οποίοι ανήκουν στις κατηγορίες S2, S4, S6, S7. Οι μετρήσεις πραγματοποιήθηκαν κατά την 1<sup>η</sup>, 10<sup>η</sup> και 16<sup>η</sup> εβδομάδα. Στην αρχική μέτρηση πραγματοποιήθηκε καταγραφή του χρόνου επίδοσης στα 50, 100 και 200μ. ελεύθερης κολύμβησης μέγιστης έντασης. Από τη σχέση επίδοσης και απόστασης υπολογίστηκε η κρίσιμη ταχύτητα (KT). Στην απόσταση των 200m με ταχύτητα που αντιστοιχούσε στην KT, κατεγράφη η καρδιακή συχνότητα και προσδιορίστηκε η συγκέντρωση γαλακτικού στο τέλος της προσπάθειας. Στις άλλες μετρήσεις τηρήθηκε η ίδια διαδικασία με τη διαφορά ότι η καρδιακή συχνότητα κατεγράφη στη διάρκεια και η συγκέντρωση γαλακτικού προσδιορίστηκε στο τέλος της προσπάθειας των 200m όταν οι αθλητές κολύπησαν με την KT και της πρώτης μέτρησης. Η ανάλυση των δεδομένων έδειξε σημαντική μείωση ( $p < .05$ ) στην ΚΣ και στη συγκέντρωση γαλακτικού μεταξύ των μετρήσεων ενώ η διαφορά στην KT σημειώθηκε μετά τη δέκατη εβδομάδα της εξάσκησης. Τα αποτελέσματα αυτά φανερώνουν ότι η εξάσκηση επηρεάζει θετικά την καρδιακή συχνότητα, τη συγκέντρωση γαλακτικού και την τιμή της κρίσιμης ταχύτητας. Πιο ευαίσθητες μέθοδοι αξιολόγησης αποδείχτηκαν η ΚΣ και η συγκέντρωση γαλακτικού. Η KT αποδείχτηκε ασφαλής όταν αξιολογείται μετά τη 10<sup>η</sup> εβδομάδα εξάσκησης. Για περισσότερο ασφαλή συμπεράσματα, ωστόσο προτείνεται η

πραγματοποίηση μετρήσεων που να καλύπτουν την αγωνιστική και τη μεταβατική περίοδο προπόνησης των κολυμβητών και την αξιολόγηση μεγαλύτερου αριθμού αθλητών όλων των κατηγοριών, ανεξάρτητα από το επίπεδο επιδόσεών τους.

Λέξεις Κλειδιά: καρδιακή συχνότητα, γαλακτικό, αερόβια ικανότητα, αναπηρία.

## ABSTRACT

Georgia Polatidou: Changes of physiological parameters and critical swimming velocity during the preparative workout of top swimmers with physical disabilities.

(Under the supervision of Assistant Professor Batsiou Sofia)

The purpose of this study was to examine the effects of training programs, during the preparative period of top swimmers with physical disabilities on critical swimming velocity, heart rate and blood lactate concentration. Six swimmers, members of the National Team, 2 female and 4 male, officially classified as S2, S4, S5, S7, participated in the study. Measures took place during the first, tenth and sixteenth week of preparation. In the first measure, the performance time was recorded applying maximum effort in distances of 50, 100 and 200m freestyle. The critical swimming velocity was calculated from the linear relationship of performance with distance. All participants swam 200m freestyle, at a speed corresponding to the critical velocity. Heart rate during the 200m and blood lactate at the end of the distance were recorded. In the other measures, the same procedures were followed with the difference being that heart rate was measured during and blood lactate was measured at the end of 200m, when the athletes had swum with critical velocity and the first measurement. Analysis showed a significant reduction ( $p<.05$ ) in heart rate and blood lactate concentration between measures, but a significant increase in critical velocity after the tenth week of the training period. The conclusion of this study was that exercise programs affected the heart rate, blood lactate concentration and critical velocity of swimmers. The most sensitive methods of assessment proved to be the first two, while the third after the tenth week. It is recommended, for safer inferences, measurements should take place during the whole duration of the preparation period of the swimmers, as well as the evaluation of the greater number of athletes independent of the level of their records.

Key words: heart rate, blood lactate, aerobic capacity, disability.

Στην οικογένεια μου

## ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Θα ήθελα να εκφράσω τις θερμές μου ευχαριστίες σε όσους με βοήθησαν κατά τη διάρκεια της συλλογής των δεδομένων και της συγγραφής της εργασίας μου και κυρίως την επιβλέπουσα κα Μπάτσιου Σοφία, Επίκουρη Καθηγήτρια, του Δημοκρίτειου Πανεπιστημίου Θράκης, η οποία είχε πάντα τη διάθεση να με συμβουλέψει και να με καθοδηγήσει όπου ήταν ανάγκη.

Θα πρέπει να αναφέρω την πολύτιμη βοήθεια που έλαβα από τον κ. Τουμπέκη Αργύρη (PhD), καθηγητή φυσικής αγωγής, που με βοήθησε πρακτικά στη σωστή χρήση του υλικού που χρησιμοποιήθηκε στην έρευνα και ήταν πάντα στη διάθεσή μου για οποιαδήποτε ερώτηση ή απορία. Το ίδιο σημαντική αποδείχτηκε και η συνεργασία μου με τον Καθηγητή κ. Τοκμακίδη Σάββα και την Επίκουρη Καθηγήτρια κα. Δούδα Ελένη.

Θέλω, ακόμη, να τονίσω τη σημαντική οικονομική βοήθεια που έλαβα ως υπότροφος από το Ίδρυμα Κρατικών Υποτροφιών από την αρχή μέχρι την ολοκλήρωση του κύκλου των μεταπτυχιακών σπουδών μου.

Παράλληλα, θα ήθελα να ευχαριστήσω τους υπεύθυνους προπονητές Μαχίλη Ιωάννη και Σπανούδη Γρηγόριο, οι οποίοι μου έδωσαν την άδεια να διεξάγω την έρευνα στα πλαίσια του προπονητικού τους προγράμματος όπως επίσης και τους αθλητές τους Καλπακίδου Μαρία, Κυμούνδρη Αντώνη, Ισαακίδη Ιωάννη, Σιδέρη Μαρία, Ζαφείρη Φώτη και Τσάκωνα Στέλιο, τονίζοντας το σημαντικό τους ρόλο στην επιτυχή ολοκλήρωση της έρευνας και εκφράζοντας τις θερμές μου ευχαριστίες για την απaráμιλλη εμπιστοσύνη που έδειξαν στο πρόσωπό μου.

Τέλος, θα ήθελα να ευχαριστήσω όσους με στήριξαν ηθικά και υλικοτεχνικά για την ολοκλήρωση της συγγραφής της παρούσας εργασίας.



## ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

Σελίδα

ΠΕΡΙΛΗΨΗ.....	ii
ABSTRACT.....	iv
ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ .....	viii
ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ .....	x
ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΣΧΗΜΑΤΩΝ .....	xi
ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΣΥΝΤΟΜΟΓΡΑΦΙΩΝ .....	xii
 I. ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	 1
Χρησιμότητα της έρευνας.....	7
Σκοπός.....	7
Υποθέσεις της έρευνας .....	8
Περιορισμοί έρευνας.....	8
Λειτουργικοί ορισμοί.....	8
 II. ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑΣ .....	 10
Μέθοδοι μέτρησης αερόβιας και αναερόβιας ικανότητας.....	10
Κρίσιμη ταχύτητα.....	12
Η σχέση της κρίσιμης ταχύτητας με άλλους δείκτες της αντοχής.....	12
Τρόποι υπολογισμού της κρίσιμης ταχύτητας στην κολύμβηση.....	14
Κρίσιμη ταχύτητα και προπόνηση στην κολύμβηση.....	15
Κρίσιμη ταχύτητα στην παιδική ηλικία.....	18
Κρίσιμη ταχύτητα και άλλοι δείκτες βελτίωσης απόδοσης.....	21
Άτομα με κινητικές αναπηρίες.....	22
Μέθοδοι μέτρησης αερόβιας και αναερόβιας ικανότητας σε άτομα με κινητικές αναπηρίες .....	24
Αερόβια άσκηση σε άτομα με κινητικές αναπηρίες.....	27
Δείκτες ικανότητας αντοχής σε άτομα με αναπηρίες.....	30
 III. ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ.....	 32

Δείγμα.....	32
Περιγραφή οργάνων.....	34
Διαδικασία μέτρησης .....	34
Προπονητική επιβάρυνση.....	35
Σχεδιασμός της έρευνας.....	37
Στατιστική ανάλυση.....	37
IV. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ.....	38
V. ΣΥΖΗΤΗΣΗ.....	45
VI. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ – ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ.....	51
Πρακτική εφαρμογή.....	51
Προτάσεις.....	52
VII. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ .....	54
VIII. ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ.....	62

## ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ

Πίνακας 1. Χαρακτηριστικά των κατηγοριών των κολυμβητών με αναπηρία .	33
Πίνακας 2. Στοιχεία αθλητών. ....	38
Πίνακας 3. Τιμές κρίσιμης ταχύτητας και γαλακτικού στις τρεις μετρήσεις.....	39
Πίνακας 4. Επιδόσεις αθλητών βάση των οποίων υπολογίστηκε η κρίσιμη ταχύτητα για τον κάθε αθλητή.....	40
Πίνακας 5. Τιμές καρδιακής συχνότητας κατά τη διάρκεια κολύμβησης με ταχύτητα ίση με την κρίσιμη ταχύτητα.....	43
Πίνακας 6. Επιδόσεις αθλητών/τριων στην απόσταση των 200μ. βάση της κρίσιμης ταχύτητας.....	44

## ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΣΧΗΜΑΤΩΝ

Σχήμα 1. Εξίσωση Κρίσιμης ταχύτητας.....	34
Σχήμα 2. Ποσοστιαία αναλογία του προπονητικού όγκου ανά εβδομάδα σε σχέση με την κρίσιμη ταχύτητα. ....	37
Σχήμα 3. Μέσοι όροι των επιδόσεων των ασκούμενων στα 50, 100, 200μ, και η κρίσιμη ταχύτητα στις τρεις μετρήσεις.....	40

## ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΣΥΝΤΟΜΟΓΡΑΦΙΩΝ

Κ.Ν.Μ.	[Κάκωση Νωτιαίου Μυελού]
Κ.Σ.	[Καρδιακή συχνότητα]
Κ.Τ.	[Κρίσιμη ταχύτητα]
ΜΚΣ	[Μέγιστη καρδιακή συχνότητα]
IPC	[International Paralympic Committee]
MLSS	[Maximum Lactate Steady State]
VO <sub>2</sub> max	[Μέγιστη πρόσληψη οξυγόνου]

## **ΜΕΤΑΒΟΛΕΣ ΦΥΣΙΟΛΟΓΙΚΩΝ ΠΑΡΑΜΕΤΡΩΝ ΚΑΙ ΤΗΣ ΚΡΙΣΙΜΗΣ ΤΑΧΥΤΗΤΑΣ ΣΤΗ ΔΙΑΡΚΕΙΑ ΤΗΣ ΠΕΡΙΟΔΟΥ ΠΡΟΕΤΟΙΜΑΣΙΑΣ ΣΕ ΚΟΛΥΜΒΗΤΕΣ ΥΨΗΛΟΥ ΕΠΙΠΕΔΟΥ ΜΕ ΚΙΝΗΤΙΚΕΣ ΑΝΑΠΗΡΙΕΣ**

Από αρχαιοτάτων χρόνων ο άνθρωπος κατανόησε τη σημασία της άσκησης για την υγεία του. Τη χρησιμοποίησε τόσο για την πρόληψη διαφόρων νοσημάτων όσο και για τη θεραπεία ορισμένων παθολογικών καταστάσεων. Γιατί οι χρόνιες προσαρμογές των διαφόρων συστημάτων στην άσκηση, στο ισχυρό αυτό φυσιολογικό “stress” για τον οργανισμό, τις περισσότερες φορές οδηγούν σε βιολογική τελειοποίηση του ανθρώπου και επιδρούν ευνοϊκά στον τρόπο ζωής του, όταν βέβαια αυτό είναι σε φυσιολογικά επίπεδα. Αυτός είναι ο σημαντικότερος λόγος που οδηγεί όλο και περισσότερους ανθρώπους σήμερα να συμμετέχουν σε κάποιο είδος φυσικής δραστηριότητας.

Από τις ευεργετικές επιδράσεις της άσκησης δε θα μπορούσαν να αποκλειστούν τα άτομα με αναπηρία. Τα άτομα αυτά καθημερινά καλούνται να αντιμετωπίσουν πολύ περισσότερα προβλήματα από όλους τους άλλους χωρίς αναπηρίες. Από τα προβλήματα αυτά άλλα αφορούν την κίνηση - υγεία, και σχετίζονται με την αναπηρία, τον καθιστικό τρόπο ζωής που διάγουν και τα χαμηλά επίπεδα της φυσικής τους κατάστασης (μυϊκό, καρδιοκυκλοφορικό και αναπνευστικό σύστημα, οστά-οστεοπόρωση), και άλλα την κοινωνική - ψυχολογική τους κατάσταση, που προέρχονται από την απορριπτική στάση της κοινωνίας, και τα οποία προβλήματα οδηγούν τα άτομα αυτά στην απομόνωση και στη χαμηλή αυτοεκτίμηση. Έρευνες έχουν δείξει ότι από τον 18<sup>ο</sup> αιώνα, ήταν ευρύτατα διαδεδομένη η αντίληψη πως η άθληση είναι χώρος που προωθεί πολλές ευκαιρίες για κοινωνική και λειτουργική ενσωμάτωση (Υπουργείο Εθνικής Παιδείας και Θρησκευμάτων, 2001).

Ο αθλητισμός περικλείει την έννοια του αγώνα, με το συνεχή επαναπροσδιορισμό των φυσικών και διανοητικών ορίων. Είναι ένας χώρος που δεν τοποθετεί επιπλέον εμπόδια, αλλά δίνει διεξόδους, επιλογές και

πολλές φορές λύσεις. Η αθλητική δραστηριοποίηση δίνει ενέργεια ν' αντιμετωπιστούν τα εμπόδια που θέτει η συμπεριφορά των άλλων, καθώς και τα αντικειμενικά χωροταξικά εμπόδια της καθημερινής κίνησης και δραστηριότητας ενώ συμβάλλει στη διατήρηση της υγείας του σώματος, που διαταράσσεται από την ίδια την αναπηρία και από τα δευτερογενή προβλήματα που προκύπτουν. Η συμμετοχή των ατόμων με αναπηρία σε αθλητικές δραστηριότητες και μάλιστα η προοπτική συμμετοχής τους σε μεγάλους αγώνες μειώνει την κατάθλιψη και αυξάνει την ενεργητικότητά τους (Henschen, Horvat & Roswal, 1992).

Η αποδοχή της αναπηρίας και τα οράματα για τη ζωή, παράλληλα με την αναπηρία, οδήγησαν στην προώθηση και εξέλιξη του Ολυμπιακού κινήματος και στο χώρο των ατόμων με αναπηρίες. Το πρώτο βήμα έγινε από το Βρετανό νευροχειρουργό Σερ Λούντβιχ Γκούντμαν, ο οποίος από το 1944, στο νοσοκομείο του Στόουκ Μάντεβιλ, εισήγαγε ένα πρόγραμμα αθλητικών δραστηριοτήτων για άτομα με αναπηρίες με σκοπό την αποκατάσταση και την ομαλή κοινωνική επανένταξη των ασθενών του. Από τότε η εξέλιξη του αθλητισμού των ατόμων με αναπηρία υπήρξε ραγδαία, τόσο ως προς τον αριθμό των αθλητών και τις επιδόσεις τους όσο και ως προς τον αριθμό των αθλημάτων. Από τους 130 αθλητές με αναπηρικά αμαξίδια που συμμετείχαν στους πρώτους αγώνες το 1952, σε 6 διαφορετικά αθλήματα στο Στόουκ Μάντεβιλ, και τους 400 αθλητές από 23 χώρες, που συμμετείχαν στους πρώτους Παραολυμπιακούς αγώνες της Ρώμης, στους 4000 αθλητές από 143 χώρες σε 19 αθλήματα, στους αγώνες της Αθήνας το 2004 (Ελληνική Αθλητική Ομοσπονδία Ατόμων με Αναπηρίες, 2004).

Ένα από τα σημαντικότερα αθλήματα με το οποίο ασχολήθηκαν τα άτομα με αναπηρία είναι η κολύμβηση. Περιλαμβάνεται σε όλα τα προγράμματα των κέντρων αποκατάστασης αναπήρων, λόγω των ευεργετικών επιδράσεων της στην υγεία και στην κινητικότητά τους, καθώς τα θεραπευτικά αποτελέσματά της είναι ιδιαίτερα σημαντικά. Πιο συγκεκριμένα, η κολύμβηση ανακουφίζει από τους μυϊκούς πόνους και τους μυϊκούς σπασμούς, σταθεροποιεί και αυξάνει το εύρος κίνησης των αρθρώσεων, παρέχει τη δυνατότητα επανεκπαίδευσης των παράλυτων μυών, βελτιώνει την κυκλοφορία του αίματος, βοηθά στην ενδυνάμωση των μυών και αυξάνει την αντοχή τους στην άσκηση. Επιπρόσθετα, σε αντίθεση με την ξηρά, το νερό

παρέχει στα άτομα με αναπηρία τη δυνατότητα κίνησης σε τρεις διαστάσεις, γεγονός που τους δίνει ελευθερία κινήσεων, που δεν έχουν στην ξηρά, ενισχύοντας παράλληλα την αυτοεκτίμηση και το αυτοσυναίσθημά τους (Κοκαρίδας, 2003).

Η κολύμβηση ήταν μεταξύ των αθλημάτων που συμπεριελήφθησαν στο πρόγραμμα των πρώτων Παραολυμπιακών αγώνων. Από τότε μέχρι και σήμερα είναι το δεύτερο άθλημα σε αριθμό συμμετοχής αθλητών στους αγώνες αυτούς. Δικαίωμα συμμετοχής έχουν αθλητές με προβλήματα όρασης, με νοητική υστέρηση και κινητικά προβλήματα. Θεσμοθετημένοι επίσημοι αγώνες, εκτός από τους Παραολυμπιακούς, διεξάγονται με συμμετοχή αθλητών από τις χώρες όλου του κόσμου – Παγκόσμιο πρωτάθλημα, μία φορά στο χρονικό διάστημα που μεσολαβεί μεταξύ δύο παραολυμπιάδων. Διεξάγονται ακόμη αγώνες με συμμετοχή αθλητών από τις χώρες μιας ηπείρου, π.χ. - Πανευρωπαϊκό πρωτάθλημα, όπως και εθνικά πρωταθλήματα μία φορά το χρόνο, με ευθύνη της εκάστοτε Εθνικής Ομοσπονδίας Κολύμβησης Α.με.Α. - (International Paralympic Committee).

Στο άθλημα της κολύμβησης οι αθλητές με κινητικές αναπηρίες ταξινομούνται σε κατηγορίες σύμφωνα με τις λειτουργικές τους ικανότητες. Σκοπός του λειτουργικού αυτού συστήματος ταξινόμησης είναι η ομαδοποίηση των κολυμβητών με ίδιες λειτουργικές ικανότητες, ανεξάρτητα από την αιτιολογία της αναπηρίας τους. Στα στυλ του ελεύθερου, υπτίου και της πεταλούδας οι αθλητές αγωνίζονται σε 10 κατηγορίες ( $S_1$  έως  $S_{10}$ ) ενώ στο πρόσθιο σε εννέα ( $SB_1$  έως  $SB_9$ ). Σε αυτές τις κατηγορίες συμμετέχουν κολυμβητές με κακώσεις νωτιαίου μυελού, εγκεφαλική παράλυση, αχονδροπλασία, πολιομυελίτιδα, ακρωτηριασμούς, φωκομέλια και άλλες περιπτώσεις με κινητικό περιορισμό. Ο βαθμός του κινητικού περιορισμού είναι μεγαλύτερος στις μικρές κατηγορίες και μικρότερος στις μεγάλες.

Το επίπεδο του συναγωνισμού στην κολύμβηση, όπως άλλωστε και στα περισσότερα αθλήματα, είναι πολύ υψηλό για τα άτομα με αναπηρία. Αυτό φαίνεται από τις σημαντικές επιδόσεις των αθλητών, με χρόνους μερικά μόνο δευτερά ή δέκατα του δευτερολέπτου πίσω από τους χρόνους των αθλητών χωρίς αναπηρία. Ενδεικτικά οι χρόνοι που έπρεπε να πετύχουν οι κολυμβητές χωρίς αναπηρία για την πρόκρισή τους στο Παγκόσμιο Πρωτάθλημα, που διεξήχθη στη Σαγκάη το 2006, στο αγώνισμα 50μ ελεύθερο



ήταν 0:22:80 για τους άνδρες και 0:25:85 για τις γυναίκες (Ελληνική Κολυμβητική Ομοσπονδία, 2006). Αντίστοιχα, οι χρόνοι που έπρεπε να πετύχουν οι κολυμβητές με αναπηρία για την πρόκρισή τους στο Παγκόσμιο Πρωτάθλημα στη Νότιο Αφρική το 2006, στο αγώνισμα 50μ ελεύθερο για την κατηγορία S<sub>10</sub> (με τους μικρότερους κινητικούς περιορισμούς) ήταν 0:31:00 για τους άντρες και 0:35:00 για τις γυναίκες (International Paralympic Committee, 2006). Η επίτευξη υψηλής επίδοσης από τους κολυμβητές με αναπηρία απαιτεί πλέον πολύ καλό σχεδιασμό των προγραμμάτων εξάσκησής τους, ο οποίος προϋποθέτει εξειδικευμένες γνώσεις. Αυτές αφορούν τόσο τον τύπο της αναπηρίας και την αποτελεσματικότητα των διαφόρων μεθόδων προπόνησης στα ενεργειακά συστήματα του οργανισμού τους, όσο και την τεχνική και τακτική του αθλήματός τους.

Παρά τη μεγάλη ανάπτυξη στον τομέα του αθλητισμού των ατόμων με αναπηρία, περιορισμένος είναι ο αριθμός των ερευνών, που έχουν διεξαχθεί (Dompier, 2001). Πολλοί προπονητές υιοθετούν τις αρχές της προπόνησης των ατόμων χωρίς αναπηρία για το σχεδιασμό και την εφαρμογή των προγραμμάτων εξάσκησης των αθλητών με αναπηρία. Ωστόσο, ο σχεδιασμός των προγραμμάτων αυτών με γνώμονα την αντίστοιχη βιβλιογραφία για τους αθλητές χωρίς αναπηρία δεν είναι πάντα σωστός. Έτσι, πολλοί προπονητές προβληματίζονται αν μπορούν να χρησιμοποιούν τις αποτελεσματικές μεθόδους προπόνησης αλλά και αξιολόγησης των διαφόρων ικανοτήτων (π.χ. αερόβια και αναερόβια) των ατόμων χωρίς αναπηρία στα άτομα με κινητικές αναπηρίες. Τα εξειδικευμένα και εξατομικευμένα προγράμματα που χρησιμοποιούν οι αθλητές μεγάλων αποστάσεων κλασικού αθλητισμού υψηλού επιπέδου με κινητικές αναπηρίες είναι υψηλής έντασης, και έχουν πολύ λίγα κοινά σημεία με εκείνα των αρτιμελών (Dompier, 2001). Αυτό δηλώνει ένα υπαρκτό πρόβλημα το οποίο θα λυθεί μόνο μετά την εξαγωγή συμπερασμάτων από έρευνες που θα διεξαχθούν πάνω σε αθλητές με κινητικά προβλήματα.

Ιδιαίτερα υψηλής σημασίας παράγοντας για την επίτευξη υψηλών επιδόσεων των κολυμβητών χωρίς αναπηρία αποτελεί το επίπεδο της αερόβιας και αναερόβιας ικανότητάς τους (Jacobs, 1986). Έχουν εφαρμοστεί διάφορες μέθοδοι μέτρησης της αερόβιας και αναερόβιας ικανότητας των κολυμβητών (Bonen, Wilson, Yarkony, Belcastro, 1980) καθώς και



προσδιορισμού των κατάλληλων προπονητικών επιβαρύνσεων (Costil et al., 1985). Κάποιες αφορούν τον προσδιορισμό του αναερόβιου κατωφλίου, τον εντοπισμό του σημείου εκκίνησης της συγκέντρωσης γαλακτικού (κατώφλι γαλακτικού) στο αίμα, ενώ άλλες τη μέγιστη πρόσληψη οξυγόνου, την καρδιακή συχνότητα. Επιλέγοντας ένα ή περισσότερα από τα παραπάνω στοιχεία οι προπονητές μπορούν να ελέγχουν τις αλλαγές στην ικανότητα των κολυμβητών ως αποτέλεσμα των προσαρμογών του οργανισμού τους στη διαδικασία της προπόνησης. Οι επιδόσεις τους στις επαναλαμβανόμενες αυτές μετρήσεις δείχνουν την αποτελεσματικότητα του εφαρμοζόμενου προγράμματος (Smith & Hogg, 2002).

Ορισμένες από τις παραπάνω παραμέτρους της αερόβιας ικανότητας είναι δυνατό να μετρηθούν χωρίς ιδιαίτερα υψηλό κόστος, ενώ κάποιες άλλες απαιτούν εξειδικευμένο προσωπικό και πραγματοποιούνται μόνο σε καλά εξοπλισμένα εργαστήρια. Οι προπονητές σε συνεργασία με τους εργοφυσιολόγους προσπαθούν να βρουν έγκυρες και αξιόπιστες μεθόδους αξιολόγησης της αερόβιας ικανότητας των κολυμβητών, χωρίς παρέμβαση στα ίδια τα άτομα (π.χ. αιμοληψία, συλλογή εκπνεόμενου αέρα) και με εξοπλισμό χαμηλού κόστους. Στην προσπάθειά τους αυτή οι Wakayoshi et al. (1992), δημιούργησαν ένα τεστ, το οποίο μπορεί να προσδιορίσει την ικανότητα αντοχής των κολυμβητών χωρίς αναπηρία. Το τεστ αυτό εκτιμά την κολυμβητική ταχύτητα, η οποία θεωρητικά μπορεί να διατηρηθεί για μεγάλη χρονική διάρκεια χωρίς εξάντληση. Αυτή είναι η «κρίσιμη ταχύτητα κολύμβησης», η οποία υπολογίζεται από την καλυπτόμενη απόσταση και το χρόνο που απαιτείται, όταν ο αθλητής καταβάλει μέγιστη προσπάθεια. Η αρχή της κρίσιμης ταχύτητας βασίζεται στην υψηλή συσχέτιση που υπάρχει μεταξύ της παραγωγής δύναμης και του χρόνου εξάντλησης. Η μέθοδος υπολογισμού της κρίσιμης ταχύτητας αποτέλεσε αντικείμενο μελέτης πολλών ερευνών (Dekerle, Pelayo, Hespel, Ringard, Sindney, 1999; Papoti et al., 2005; Toubekis, Tsami & Tokmakidis, 2004; Wakayoshi et al., 1993), αφενός για το χαμηλό κόστος της και αφετέρου γιατί είναι σημαντικός δείκτης της αερόβιας και αναερόβιας ικανότητας του αθλητή.

Οι Wakayoshi et al. (1992), παρουσίασαν ένα μοντέλο υπολογισμού της κρίσιμης ταχύτητας, το οποίο περιελάμβανε τα 50, 100, 200 και 400μ. ελεύθερης κολύμβησης με μέγιστη ένταση. Με γράφημα αυτών των



μεταβλητών υπολογίσθηκε η κρίσιμη ταχύτητα και η αναερόβια κολυμβητική ικανότητα του κάθε κολυμβητή. Βρέθηκαν σημαντικές συσχετίσεις μεταξύ της κρίσιμης ταχύτητας στην πισίνα με το σημείο εκκίνησης της συγκέντρωσης του γαλακτικού (κατώφλι γαλακτικού), καθώς και μεταξύ της ταχύτητας αυτής και της κρίσιμης ταχύτητας σε υδροεργόμετρο. Η κρίσιμη ταχύτητα έδειξε στατιστικά σημαντική συσχέτιση με τη μέση ταχύτητα στα 400μ. ελευθέρου, στοιχεία τα οποία επιβεβαιώνουν τη χρήση της κρίσιμης ταχύτητας ως δείκτη της ικανότητας αντοχής στην αγωνιστική κολύμβηση. Παράλληλα, η απόσταση των 300μ., με μέγιστη ταχύτητα που μελετήθηκε, τόσο για κολυμβητές αγωνισμάτων ταχύτητας όσο και γι' αυτούς των αγωνισμάτων αντοχής, βρέθηκε κατάλληλη για τον υπολογισμό της κρίσιμης ταχύτητας, αφού το 88-90% της μέγιστης ταχύτητας των 300μ δεν διέφερε από την αντίστοιχη απόδοση με την οποία υπολογίστηκε η κρίσιμη ταχύτητα (Takahashi, Wakayoshi, Nagasawa, Sakaguchi & Kitagawa, 2002). Από τα αποτελέσματα της ίδιας έρευνας φάνηκε ότι υπήρξε σημαντική συσχέτιση της κρίσιμης ταχύτητας με άλλες παραμέτρους της αντοχής, όπως τις τιμές της μέγιστης πρόσληψης οξυγόνου, της κατανάλωσης οξυγόνου στο αναερόβιο κατώφλι και της ταχύτητας τη στιγμή της έναρξης της συγκέντρωσης του γαλακτικού στο αίμα. Οι παραπάνω μελέτες έδειξαν ότι η κρίσιμη ταχύτητα ανταποκρίνεται σε εντάσεις άσκησης στη μέγιστη σταθερή συγκέντρωση γαλακτικού (Maximum Lactate Steady State -MLSS) (Takahashi et al., (2002); Wakayoshi et al., (1993).

Σε άλλες έρευνες που πραγματοποιήθηκαν, έγινε προσπάθεια (Peak Performance Subscribe, 2005), να διερευνηθεί η επίδραση της προπόνησης στην κρίσιμη ταχύτητα. Συγκεκριμένα ερευνήθηκε αν η αερόβια /αναερόβια προπόνηση αυξάνει ή μειώνει την κρίσιμη ταχύτητα συγκρίνοντας κολυμβητές μικρών και μεσαίων αποστάσεων. Τα αποτελέσματα έδειξαν πολύ σημαντική αύξηση της κρίσιμης ταχύτητας ως αποτέλεσμα της αερόβιας προπόνησης. Αυτό παρατηρήθηκε ιδιαίτερα στους κολυμβητές μικρών αποστάσεων οι οποίοι είναι πιθανό να υστερούν στην αερόβια ικανότητα σε σύγκριση με τους κολυμβητές μεγάλων αποστάσεων. Με αυτό τον τρόπο κρίθηκε η κρίσιμη ταχύτητα ως ένα πολύ ευαίσθητο εργαλείο αξιολόγησης της προπονητικής διαδικασίας.

Αποδείχτηκε λοιπόν ότι η κρίσιμη ταχύτητα, που προσδιορίζεται χωρίς παρέμβαση στο άτομο, μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως πρακτικός δείκτης για τη διαπίστωση της βελτίωσης της απόδοσης στην αντοχή ενός κολυμβητή καθώς παρουσιάζει υψηλή συσχέτιση με άλλες παραμέτρους της ικανότητας αντοχής, ανεξάρτητα από το χώρο - υδροεργόμετρο ή πισίνα – διεξαγωγής των μετρήσεων.

### **Χρησιμότητα της έρευνας**

Στην Ελλάδα την τελευταία δεκαετία γίνεται μια σοβαρή προσπάθεια οργάνωσης του αθλητισμού υψηλών επιδόσεων των ατόμων με αναπηρία. Τα συμπεράσματα των ερευνών που διεξάγονται είναι ιδιαίτερα χρήσιμα στους προπονητές, οι οποίοι στην πλειονότητά τους προβληματίζονται ως προς την αποτελεσματικότητα των μεθόδων προπόνησης των ατόμων χωρίς αναπηρία στα άτομα με αναπηρία (Arabi, Vandewalle, Kapitaniak & Monod, 1999). Τα αποτελέσματα της παρούσας έρευνας θα υποστηρίξουν την εφαρμογή ή όχι του μοντέλου της κρίσιμης ταχύτητας ως μέθοδο αξιολόγησης της αερόβιας ικανότητας αλλά και της επίδρασης ενός προγράμματος εξάσκησης στους κολυμβητές υψηλού επιπέδου με κινητικές αναπηρίες.

Τα συμπεράσματα της παρούσας έρευνας πιθανά ν' αποτελέσουν κίνητρο για έρευνα για τους προπονητές αθλητών με αναπηρία, οι οποίοι αν και στερούνται υλικοτεχνικής υποδομής θα μπορέσουν να πραγματοποιήσουν αυτόνομα παρόμοιες μετρήσεις στους αθλητές τους, με απώτερο σκοπό την επίτευξη καλλίτερων επιδόσεων, βασισμένων σε επιστημονικά τεκμηριωμένες μεθόδους προπόνησης.

### **Σκοπός**

Σκοπός της παρούσας ερευνητικής εργασίας είναι αφενός η μελέτη της επίδρασης του προγράμματος εξάσκησης κατά την περίοδο προετοιμασίας, στην καρδιακή συχνότητα (ΚΣ), στο γαλακτικό και στην κρίσιμη ταχύτητα (ΚΤ) των κολυμβητών υψηλού επιπέδου με κινητικές αναπηρίες και αφετέρου η διερεύνηση εάν η κρίσιμη ταχύτητα αποτελεί ευαίσθητη μέθοδο αξιολόγησης της αερόβιας ικανότητας των κολυμβητών με αναπηρία.

### **Υποθέσεις της έρευνας**

Οι μηδενικές υποθέσεις της παρούσας εργασίας είναι ότι η προπόνηση των κολυμβητών με αναπηρία δε θα επηρεάσει:

α. την καρδιακή συχνότητα:  $H_0: HR_{pre} = HR_{post}$

β. τη συγκέντρωση γαλακτικού στο αίμα:  $H_0: La_{pre} = La_{post}$  και

γ. την κρίσιμη ταχύτητα:  $H_0: V_{pre} = V_{post}$

Οι ερευνητικές υποθέσεις της παρούσας εργασίας είναι ότι η προπόνηση των κολυμβητών με αναπηρία θα επηρεάσει:

α. την καρδιακή συχνότητα:  $H_{HR}: HR_{pre} > HR_{post}$

β. τη συγκέντρωση γαλακτικού στο αίμα:  $H_{LA}: La_{pre} > La_{post}$  και

γ. την κρίσιμη ταχύτητα:  $H_V: V_{pre} < V_{post}$

### **Περιορισμοί της έρευνας**

1. Ο μικρός αριθμός του δείγματος, και συγκεκριμένα η έρευνα σε 6 αθλητές που έχουν διαφορετικές λειτουργικές ικανότητες (5 κατηγορίες) αποτελεί έναν περιοριστικό παράγοντα στη γενίκευση των συμπερασμάτων της.

2. Οι αθλητές γυμνάζονται υπό την καθοδήγηση διαφορετικών προπονητών και είναι δύσκολο να διασφαλιστεί ότι αυτοί έχουν αφενός την ίδια επιστημονική κατάρτιση και αφετέρου τους ίδιους στόχους για τους αθλητές τους.

### **Λειτουργικοί ορισμοί**

**Άτομα με αναπηρία:** Άτομα με αναπηρία θεωρούνται τα άτομα που έχουν σημαντική δυσκολία μάθησης και προσαρμογής εξαιτίας σωματικών, διανοητικών, ψυχολογικών συναισθηματικών και κοινωνικών ιδιοσυμπεριφορών (Νόμος 2817/2000).

**Άτομα με κινητική αναπηρία:** Τα άτομα που παρουσιάζουν σωματικούς και κινητικούς περιορισμούς

**Αερόβια ικανότητα:** Η αερόβια ικανότητα είναι ο γενικός δείκτης της λειτουργικής προσαρμοστικότητας του οργανισμού. Η αερόβια ικανότητα εκφράζεται με τον ανώτατο όγκο οξυγόνου (μέγιστη πρόσληψη οξυγόνου- $VO_2$

max), που μπορούν να καταναλώσουν οι ιστοί ενός ατόμου στη μονάδα του χρόνου. Αξιολογείται για να σταθμιστεί η βιολογική αξία του ατόμου (Κλεισούρας, 1992).

*Αναερόβιο κατώφλι:* Αναερόβιο γαλακτικό κατώφλι ονομάζεται η ένταση της άσκησης στο σημείο που αρχίζει η συστηματική συγκέντρωση γαλακτικού οξέος στο αίμα κάτω από συνθήκες ανεπάρκειας οξυγόνου. Αποτελεί ισχυρό δείκτη της απόδοσης της αεροβικής άσκησης (McArdle, Katch & Katch, 2001).

*Κρίσιμη ταχύτητα κολύμβησης:* Είναι η κολυμβητική ταχύτητα, η οποία θεωρητικά μπορεί να διατηρηθεί για μεγάλη χρονική διάρκεια χωρίς εξάντληση.



## ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑΣ

### ***Μέθοδοι μέτρησης αερόβιας και αναερόβιας ικανότητας***

Οι παράγοντες που επηρεάζουν την επίδοση των αθλητών στην κολύμβηση είναι πολλοί. Σύμφωνα με την Αυλωνίτου (2000), τέτοιοι παράγοντες, είναι τα σωματομετρικά χαρακτηριστικά των αθλητών/τριών, η πλευστότητά τους, η προωθητική δύναμη μέσα στο νερό και κυρίως η ενεργειακή δαπάνη που απαιτείται για να υπερνικηθεί η αντίσταση του νερού. Αυτή διαφοροποιείται από την τεχνική του κολυμβητή, το προπονητικό του επίπεδο, τα ενεργειακά αποθέματα και το κολυμβητικό στυλ. Στους παραπάνω παράγοντες προστίθενται για τους κολυμβητές με κινητική αναπηρία ο τύπος και η σοβαρότητα της αναπηρίας τους.

Πολύ μεγάλης σημασίας παράγοντας, για την επίτευξη υψηλών επιδόσεων των κολυμβητών αποδείχτηκε το επίπεδο της αερόβιας και αναερόβιας ικανότητάς τους (Jacobs, 1986). Έχουν εφαρμοστεί διάφορες μέθοδοι μέτρησης της αερόβιας και αναερόβιας ικανότητας των κολυμβητών (Bonen et al., 1980) καθώς και προσδιορισμού των κατάλληλων προπονητικών επιβαρύνσεων (Costil et al., 1985). Κάποιες από αυτές είναι ο προσδιορισμός του αναερόβιου κατώφλιού, ο εντοπισμός του σημείου εκκίνησης της συγκέντρωσης γαλακτικού (κατώφλι γαλακτικού) στο αίμα, της μέγιστης πρόσληψης οξυγόνου και η καρδιακή συχνότητα. Επιλέγοντας ένα ή περισσότερα από τα παραπάνω στοιχεία οι προπονητές μπορούν να ελέγχουν τις αλλαγές στην ικανότητα των κολυμβητών ως αποτέλεσμα των προσαρμογών του οργανισμού τους στη διαδικασία της προπόνησης. Οι επιδόσεις τους στις επαναλαμβανόμενες αυτές μετρήσεις δείχνουν την αποτελεσματικότητα του εφαρμοζόμενου προγράμματος (Smith, Norris & Hogg, 2002).

Το επίπεδο αντοχής ενός αθλητή εκτιμάται από το γαλακτικό κατώφλι. Αυτό προσδιορίζεται από το σημείο στο οποίο ξεκινά η συγκέντρωση του γαλακτικού οξέος στο αίμα κατά τη διάρκεια άσκησης αυξανόμενης έντασης

και ανεβαίνει πάνω από τα επίπεδα συγκέντρωσής του κατά την ηρεμία. Με χαμηλή έως μέτριας έντασης άσκηση το γαλακτικό οξύ παραμένει σε χαμηλά επίπεδα, οριακά πιο πάνω από τα επίπεδα ηρεμίας. Η συγκέντρωσή του αυξάνεται ραγδαία μετά από έντονα φορτία. Το γεγονός αυτό οφείλεται στην ιδιότητα των μυών να παράγουν γαλακτικό οξύ πριν τη στιγμή που οριοθετείται το κατώφλι, ενώ την ίδια στιγμή οι αργές οξειδωτικές μυϊκές ίνες απομακρύνουν το γαλακτικό που συγκεντρώνεται. Η τιμή των 4 mmol αντιπροσωπεύει το σημείο όπου ξεκινά η συγκέντρωση του γαλακτικού στο αίμα (Μούγιος, 1996).

Το τεστ ελάχιστου γαλακτικού είναι μια μέτρηση με την οποία υπολογίζεται το αναερόβιο κατώφλι του κάθε ατόμου και μέσω αυτού ο προπονητής έχει τη δυνατότητα να προσδιορίσει τις κατάλληλες εντάσεις που θα ενεργοποιήσουν το μεταβολικό μονοπάτι του κάθε αθλητή κατά τη διάρκεια μιας προπόνησης αντοχής. Η εγκυρότητα της μέτρησης αυτής βασίζεται στο γεγονός ότι η φυσική αποκατάσταση προκαλεί συγκεντρώσεις γαλακτικού οξέος, οι οποίες μειώνονται σε ταχύτητες χαμηλότερες της ταχύτητας του ελάχιστου γαλακτικού και αυξάνονται όταν την υπερβαίνουν. Η ταχύτητα του ελάχιστου γαλακτικού είναι εκείνη η ταχύτητα κατά την οποία η συγκέντρωση του εισαγόμενου γαλακτικού οξέος στο αίμα υπερβαίνει εκείνη του εξαγόμενου (Peak Performance Subscribe, 2005).

Ο προσδιορισμός του αερόβιου κατωφλιού με ανάλυση αερίων αναφέρεται ως η πιο συχνή μέθοδος υπολογισμού της έναρξης της συγκέντρωσης του γαλακτικού στο αίμα, χωρίς άμεση παρέμβαση στο άτομο, κατά την άσκηση (Kara, Gokbel & Bediz, 1999). Απαιτεί συνεχή συγκέντρωση των εκπνεόμενων αερίων στη διάρκεια της άσκησης, αυξανόμενης έντασης, μέχρι εσκεμμένη εξάντληση.

Υπάρχει και η άποψη ότι οι μέθοδοι που χρησιμοποιούνται για τη μέτρηση της αερόβιας ικανότητας είναι αρτιότερες συγκριτικά με εκείνες που χρησιμοποιούνται για την αποτίμηση των αναερόβιων μεταβλητών παρά τη σημαντικότητα των τελευταίων στην εξέλιξη ενός κολυμβητή. Ο προσδιορισμός της συγκέντρωσης του γαλακτικού οξέος στο αίμα μετά από μέγιστες προσπάθειες, είναι ευρέως γνωστή ως μέθοδος αποτίμησης της αναερόβιας ικανότητας. Οι χαμηλές τιμές του γαλακτικού σε συνδυασμό με τη χαμηλή απόδοση δείχνουν μείωση της ικανότητας αυτής. Όμως, στους



κολυμβητές η μείωση των τιμών του γαλακτικού οξέος πολλές φορές είναι αποτέλεσμα μιας κατάστασης υπερπροπόνησης (Papoti et al., 2005).

Από τις παραπάνω μεθόδους μέτρησης της αερόβιας ικανότητας άλλες μπορούν να μετρηθούν χωρίς ιδιαίτερα υψηλό κόστος, άλλες απαιτούν εξειδικευμένο προσωπικό, ενώ άλλες μπορεί να πραγματοποιηθούν μόνο σε καλά εξοπλισμένο εργαστήριο.

### ***Κρίσιμη ταχύτητα***

Οι προπονητές σε συνεργασία με τους εργοφυσιολόγους προσπαθούν να βρουν έγκυρες και αξιόπιστες μεθόδους αξιολόγησης της αερόβιας ικανότητας των κολυμβητών, χωρίς παρέμβαση στα ίδια τα άτομα και με εξοπλισμό χαμηλού κόστους (π.χ. αιμοληψία, συλλογή εκπνεόμενου αέρα). Μία από τις μεθόδους που υποστηρίζεται ότι μπορεί να αξιολογήσει την ικανότητα αντοχής είναι η κρίσιμη δύναμη ή ισχύς. Αρχικά έγιναν προσπάθειες να ερευνηθεί αν η αρχή της κρίσιμης δύναμης ή ισχύος βρίσκεται εφαρμογή στην αγωνιστική κολύμβηση εκφρασμένη ως «κρίσιμη ταχύτητα κολύμβησης» (Wakayoshi et al., 1992).

Δημιουργήθηκε ένα τεστ το οποίο μπορεί να προσδιορίσει την ικανότητα αντοχής των κολυμβητών (Wakayoshi et al., 1992). Το τεστ αυτό εκτιμά την κολυμβητική ταχύτητα, η οποία θεωρητικά μπορεί να διατηρηθεί για μεγάλη χρονική διάρκεια χωρίς εξάντληση. Αυτή είναι η «κρίσιμη ταχύτητα» κολύμβησης, η οποία υπολογίζεται από την καλυπτόμενη απόσταση και το χρόνο που απαιτείται, όταν ο αθλητής καταβάλει μέγιστη προσπάθεια. Είναι πιθανό να αντιστοιχεί στο μέγιστο έργο που μπορεί να παραχθεί επιτρέποντας το γαλακτικό να παραμένει σε σημείο όπου το παραγόμενο είναι ίσο με αυτό που απομακρύνεται (Maximum Lactate Steady State, MLSS) (Wakayoshi et al., 1993). Η αρχή της κρίσιμης ταχύτητας βασίζεται στην πολύ μεγάλη συσχέτιση που υπάρχει μεταξύ της παραγωγής δύναμης κατά τη διάρκεια της προσπάθειας και του χρόνου εξάντλησης.

### ***Η σχέση της κρίσιμης ταχύτητας με άλλους δείκτες της αντοχής***

Ιδιαίτερα σημαντικό παράγοντα στην προπονητική διαδικασία αποτελούν οι γνώσεις του προπονητή κολύμβησης. Μόνο με βάση ένα καλό υπόβαθρο γνώσεων ο προπονητής μπορεί να εφαρμόσει τις κατάλληλες

εντάσεις άσκησης, οι οποίες θα βελτιώσουν την αερόβια ικανότητα των αθλητών του, χωρίς να επιβαρύνουν τον οργανισμό τους. Έναν από τους πιο σημαντικούς παράγοντες για την αποτίμηση της αερόβιας ικανότητας αποτελεί η ερμηνεία της μεταβολικής ανταπόκρισης σε συγκεκριμένη ταχύτητα, η οποία αποδεικνύεται με τον υπολογισμό αιματολογικών παραμέτρων. Η χρήση λοιπόν της κρίσιμης ταχύτητας στον προσδιορισμό της κατάλληλης έντασης στην προπόνηση αντοχής αποτελεί σημαντικό εργαλείο στη μελέτη της σχέσης ταχύτητας-γαλακτικού, η οποία μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε κολυμβητές όλων των ηλικιών (Τουμπέκης, Ταχταλής & Τοκμακίδης, 2005).

Μελέτες έχουν επιβεβαιώσει την υψηλή συσχέτιση μεταξύ κρίσιμης ταχύτητας και μέγιστης σταθερής συγκέντρωσης γαλακτικού (MLSS) (Pelayo, Dekerle, Delaporte, Gosse & Sidney, 2000). Αν εκτός από τη συσχέτιση αποδειχτεί ότι η κρίσιμη ταχύτητα και το MLSS συμπίπτουν, τότε ο προπονητής θα έχει στη διάθεσή του ένα πρακτικό εργαλείο με το οποίο θα μπορεί να σχεδιάζει και να αξιολογεί την προπόνηση.

Η μέθοδος υπολογισμού της κρίσιμης ταχύτητας έγινε αντικείμενο μελέτης πολλών ερευνών (Papoti et al., 2005; Dekerle et al., 1999; Wakayoshi et al., 1993) αφενός για το χαμηλό κόστος της και αφετέρου γιατί είναι καλός δείκτης της αερόβιας και αναερόβιας ικανότητας του αθλητή.

Η κρίσιμη ταχύτητα καθορίστηκε από τη διάρκεια κολύμβησης μέχρι εξάντλησης σε υδροεργόμετρο και από 6 διαφορετικές προκαθορισμένες ταχύτητες. Παρατηρήθηκε σημαντική συσχέτισή της με άλλες παραμέτρους της ικανότητας αντοχής, όπως τις τιμές της μέγιστης πρόσληψης οξυγόνου, της κατανάλωσης οξυγόνου στο αναερόβιο κατώφλι και της ταχύτητας τη στιγμή της έναρξης της συγκέντρωσης του γαλακτικού στο αίμα. Επιπλέον η κρίσιμη ταχύτητα έδειξε στατιστικά σημαντική συσχέτιση με τη μέση ταχύτητα στα 400μ. ελευθέρου, στοιχεία τα οποία επιβεβαιώνουν τη χρήση της ως δείκτη της ικανότητας αντοχής στην αγωνιστική κολύμβηση. Οι Wakayoshi et al. (1993), έδειξαν ότι η κρίσιμη ταχύτητα ανταποκρίνεται σε εντάσεις άσκησης στο MLSS. Συγκεκριμένα, υπολογίστηκε η κρίσιμη ταχύτητα των κολυμβητών από τις επιδόσεις τους στις αποστάσεις των 200 και 400μ. που διανύθηκαν με μέγιστη ταχύτητα. Στη συνέχεια μελετήθηκε η συγκέντρωση του γαλακτικού στο αίμα σε τεστ κολύμβησης 4X400μ, με ταχύτητα που αντιστοιχεί στο 98%, 100% και 102% της κρίσιμης ταχύτητας του καθενός. Παρατηρήθηκε μια

σταθερή συγκέντρωση 3.2 mmol γαλακτικού στο 100% της κρίσιμης ταχύτητας, προοδευτική μείωση της συγκέντρωσης στο 98% και χαρακτηριστική αύξηση της συγκέντρωσης στο 102%.

Η απόσταση των 300μ., με μέγιστη ταχύτητα, που μελετήθηκε τόσο για κολυμβητές αγωνισμάτων ταχύτητας όσο και γι' αυτούς των αγωνισμάτων αντοχής, βρέθηκε κατάλληλη για τον υπολογισμό της κρίσιμης ταχύτητας. Η ταχύτητα που αντιστοιχεί στο 88-91% της ταχύτητας των 300μ. είναι πιθανό να αντιστοιχεί στην κρίσιμη ταχύτητα. Για την επαλήθευση αυτού του συμπεράσματος ερευνήθηκε αν η κρίσιμη ταχύτητα που προκύπτει από αυτή την απόσταση ανταποκρίνεται στο MLSS του κάθε κολυμβητή αγωνισμάτων ταχύτητας και αντοχής για να αποδειχτεί ότι είναι κατάλληλη μέθοδος. Από τη μελέτη προέκυψε ότι το MLSS παρουσίαζε υψηλό συντελεστή συσχέτισης με την κρίσιμη ταχύτητα (Takahashi et al., 2002).

### ***Τρόποι υπολογισμού της κρίσιμης ταχύτητας στην κολύμβηση***

Οι Wakayoshi και συν. (1992), παρουσίασαν ένα μοντέλο υπολογισμού της κρίσιμης ταχύτητας, το οποίο περιελάμβανε τα 50, 100, 200 και 400μ. ελεύθερης κολύμβησης με μέγιστη ένταση. Με γράφημα αυτών των μεταβλητών υπολογίσθηκε η κρίσιμη ταχύτητα και η αναερόβια κολυμβητική ικανότητα του κάθε κολυμβητή. Βρέθηκαν σημαντικές συσχετίσεις μεταξύ της κρίσιμης ταχύτητας στην πισίνα με το σημείο εκκίνησης της συγκέντρωσης του γαλακτικού (κατώφλι γαλακτικού) καθώς και μεταξύ της ταχύτητας αυτής και της κρίσιμης ταχύτητας σε κολυμβητικό υδροεργόμετρο. Το συμπέρασμα στο οποίο κατέληξαν οι ερευνητές είναι ότι η κρίσιμη ταχύτητα μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως δείκτης για να προσδιοριστεί η καταλληλότερη προπονητική ένταση για κάθε κολυμβητή.

Οι Denadai, Greco και Teixeira (2000), μετά από έρευνα που διεξήγαγαν κατέληξαν στο συμπέρασμα ότι για τον υπολογισμό της κρίσιμης ταχύτητας των κολυμβητών μπορούν να χρησιμοποιηθούν οι αποστάσεις των 100 και 200μ. Έχει βρεθεί ότι είναι δυνατό να υπολογιστεί και με αποστάσεις μεταξύ 200μ. και 400μ.-αγωνιστικές αποστάσεις- και 2000μ., με χρόνο μέγιστης προσπάθειας από 2 μέχρι 30 λεπτά. Το γεγονός ότι η κρίσιμη ταχύτητα υπολογίζεται από συνδυασμούς διαφόρων αποστάσεων σημαίνει ότι η σχέση μεταξύ της απόστασης και της επίδοσης, τις περισσότερες φορές

είναι γραμμική. Υπάρχει ωστόσο η πιθανότητα μερικές φορές να μην είναι απόλυτα γραμμική (Takahashi et al., 2002).

Η χρήση της κρίσιμης ταχύτητας έγινε σιγά - σιγά πράξη, είτε πραγματοποιούνται μετρήσεις σε ειδικό υδροεργόμετρο είτε στην πισίνα (Wakayoshi et al., 1992). Αυτή χρησιμοποιείται ως πρακτικός δείκτης για τη βελτίωση της απόδοσης της αντοχής ενός κολυμβητή καθώς παρουσιάζει υψηλή συσχέτιση με άλλες παραμέτρους της ικανότητας αντοχής, ανεξάρτητα από το χώρο - υδροεργόμετρο ή πισίνα – διεξαγωγής των μετρήσεων.

### ***Κρίσιμη ταχύτητα και προπόνηση στην κολύμβηση***

Έγινε προσπάθεια (Peak Performance Subscribe, 2005), να διερευνηθεί η επίδραση της προπόνησης στην κρίσιμη ταχύτητα. Συγκεκριμένα ερευνήθηκε αφενός αν η αερόβια /αναερόβια προπόνηση αυξάνει ή μειώνει την κρίσιμη ταχύτητα, συγκρίνοντας κολυμβητές μικρών και μεσαίων αποστάσεων και αφετέρου ποιες αποστάσεις μέγιστης κολύμβησης μπορούν να χρησιμοποιηθούν για τον προσδιορισμό της. Μετά από μετρήσεις σε τρεις χρονικές περιόδους της κολυμβητικής περιόδου προετοιμασίας σε αποστάσεις 50, 100, 200 και 400μ. μέγιστης προσπάθειας υπολογίστηκε η κρίσιμη ταχύτητα για τον κάθε κολυμβητή. Παρατηρήθηκε πολύ σημαντική αύξηση της κρίσιμης ταχύτητας ως αποτέλεσμα της αερόβιας προπόνησης. Αυτό ήταν ιδιαίτερα εμφανές στους κολυμβητές μικρών αποστάσεων, οι οποίοι είναι πιθανό να υστερούν στην αερόβια ικανότητα σε σύγκριση με τους κολυμβητές μεγάλων αποστάσεων. Το συμπέρασμα της έρευνας αυτής ήταν ότι η αερόβια προπόνηση αυξάνει την κρίσιμη κολυμβητική ταχύτητα και η αναερόβια προπόνηση την αναερόβια κολυμβητική ικανότητα. Η κρίσιμη ταχύτητα θεωρήθηκε ένα πολύ ευαίσθητο εργαλείο αξιολόγησης της επίδρασης του προπονητικού προγράμματος στην αερόβια και αναερόβια ικανότητα των αθλητών.

Μελέτες που διεξήχθησαν πρόσφατα (Martin & Whyte, 2000; Papoti et al., 2005), κατέληξαν στο συμπέρασμα ότι δεν υπάρχει καμία σχέση μεταξύ της αναερόβιας ικανότητας των κολυμβητών και της απόδοσής τους. Επισημαίνουν ωστόσο οι ερευνητές ότι θα πρέπει να διεξαχθούν μελέτες, με μεγάλο αριθμό αθλητών, προς την κατεύθυνση αυτή για να εξαχθούν ασφαλή συμπεράσματα. Συγκεκριμένα, οι Papoti et al. (2005), στην έρευνα που

διεξήγαγαν σε καλά προπονημένους κολυμβητές, κατέληξαν στο συμπέρασμα ότι η κρίσιμη ταχύτητα δεν είναι κατάλληλος δείκτης της αναερόβιας ικανότητας και πρόβλεψης της μέγιστης απόδοσής τους. Η αναερόβια κολυμβητική ικανότητα βρέθηκε να μη συσχετίζεται με τη συγκέντρωση γαλακτικού οξέος στο αίμα και την αναερόβια ικανότητα των αθλητών, όταν κολυμπούν ελεύθερο στις αποστάσεις από 100 μέχρι 600μ. Με αυτά τα δεδομένα αποδεικνύεται ότι η κρίσιμη ταχύτητα που αποτελεί καλό δείκτη του αερόβιου συστήματος δεν καθιστά δυνατή την ακριβή αποτίμηση της αναερόβιας ικανότητας. Αυτό συμβαίνει διότι η αναερόβια ικανότητα κολύμβησης επηρεάζεται από τις μεταβολές της ενέργειας και των δύο συστημάτων, αερόβιου και αναερόβιου (Paroti et al., 2005).

Το γεγονός ότι η αναερόβια κολυμβητική ικανότητα δεν αποτελεί παράμετρο πρόβλεψης της απόδοσης για πολλούς ερευνητές (Paroti et al., 2005), είναι αποτέλεσμα της μεγάλης διακύμανσης των τιμών της εξίσωσης της κρίσιμης ταχύτητας ως προς τις μικρές μεταβολές της κολυμβητικής ταχύτητας. Αποδεικνύεται με αυτό τον τρόπο ότι η αναερόβια κολυμβητική ικανότητα είναι μια ευαίσθητη παράμετρος στις επιδράσεις της διάρκειας και της έντασης της προπόνησης, τονίζοντας έτσι την πιθανότητα να χρησιμοποιηθεί ως έμμεση μέτρηση στην αποτίμηση και την πρόβλεψη της αναερόβιας απόδοσης. Τα αποτελέσματα αυτά συγκρίθηκαν με τα αποτελέσματα άλλων ερευνών (Bulbulian, Jeong & Murphy, 1996), στα οποία βρέθηκε αρνητική συσχέτιση μεταξύ των μεταβολών της κρίσιμης ταχύτητας και της αναερόβιας ικανότητας κολύμβησης μετά από 6 βδομάδες προπόνησης αντοχής. Ο Paroti et al. (2005) κατέληξαν στο συμπέρασμα ότι μια μεγάλη αλλαγή στην τιμή της κρίσιμης ταχύτητας μπορεί να επηρεάσει την αναερόβια ικανότητα κολύμβησης και το αντίστροφο. Αυτό συμβαίνει εξαιτίας της περιστροφικής επίδρασης του μαθηματικού μοντέλου, από το οποίο προκύπτει η τιμή της κρίσιμης ταχύτητας, τονίζοντας έτσι έναν περιορισμό του γραμμικού αυτού μοντέλου στον καθορισμό της κρίσιμης ταχύτητας και της αναερόβιας ικανότητας κολύμβησης.

Έγινε ακόμη προσπάθεια να ερευνηθεί αν η κρίσιμη ταχύτητα στην κολύμβηση αποτελεί δείκτη για το γαλακτικό κατώφλι σε αθλητές υψηλού επιπέδου στο τρίαθλο. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι η απόδοση των αθλητών σε ταχύτητα ήταν πιο «μεγάλη» από την τιμή που είχε καθοριστεί ως τιμή της



κρίσιμης ταχύτητας. Αντίστοιχα οι τιμές συγκέντρωσης του γαλακτικού οξέος στο αίμα ήταν πιο μεγάλες από εκείνες που αντιστοιχούσαν στο γαλακτικό κατώφλι. Συμπερασματικά, λοιπόν, η κρίσιμη ταχύτητα δεν αντιστοιχεί για τους αθλητές του τριάθλου με την ταχύτητα στο γαλακτικό κατώφλι (Martin & Whyte, 2000).

Συνεχίζονται οι προσπάθειες από τους ερευνητές για να βρεθούν οι κατάλληλες αποστάσεις και εντάσεις για τον υπολογισμό της κρίσιμης ταχύτητας. Ταυτόχρονα ελέγχονται οι μεταβολές σε φυσιολογικές παραμέτρους, κατά τη διάρκεια διαφορετικών εντάσεων στον υπολογισμό της κρίσιμης ταχύτητας, για να βρεθεί η πιο κατάλληλη, η οποία θα χρησιμοποιηθεί ως δείκτης για την αερόβια προπόνηση. Οι φυσιολογικές αυτές παράμετροι είναι η καρδιακή συχνότητα, το γαλακτικό, η συγκέντρωση οξυγόνου, ο όγκος του διοξειδίου του άνθρακα. Αποδείχτηκε ότι οι καταλληλότερες αποστάσεις, για καλά αποτελέσματα στην εφαρμογή της κρίσιμης ταχύτητας στη διάρκεια της προπόνησης, είναι τα 200 και τα 400μ. Παρατηρήθηκε ότι σε εντάσεις 95% και 100% της κρίσιμης ταχύτητας υπήρξε συγκέντρωση γαλακτικού οξέος στο αίμα ανώτερη από τα 4 mmol, με αποτέλεσμα να μη θεωρηθεί η ένταση αυτή ως ένταση αερόβιας προπόνησης. Με αυτό τον τρόπο αποδεικνύεται ότι η χρήση της έχει υπερεκτιμηθεί και η έντασή της δεν μπορεί να διατηρηθεί σε αγωνίσματα μεγάλης διάρκειας (Chou, 2004).

Κατά τη διάρκεια της προπόνησης η κρίσιμη ταχύτητα χρησιμοποιείται για να ορίσει την ικανότητα του κάθε κολυμβητή στα αερόβια και αναερόβια μεταβολικά μονοπάτια. Ο Toussaint et al. (1998), απέδειξαν ότι η κρίσιμη ταχύτητα αποτελεί έγκυρο δείκτη για την αξιολόγηση της ικανότητας του αερόβιου συστήματος και της αναερόβιας κολυμβητικής ικανότητας. Σημείωσαν μάλιστα ότι δέχεται επιρροή από τις διακυμάνσεις απελευθέρωσης ενέργειας κατά τη διαδικασία εναλλαγής του αερόβιου και του αναερόβιου συστήματος. Αυτό, τους οδήγησε στο συμπέρασμα ότι η αναερόβια κολυμβητική ικανότητα δεν αποτελεί αξιόπιστο μέτρο αποτίμησης της γενικής αναερόβιας ικανότητας του αθλητή.

Την κρίσιμη ταχύτητα κολύμβησης μελέτησαν από μία διαφορετική οπτική γωνία οι Troup, Hollander, Strasse, Trappe και Cappaert (1996). Σκοπός της έρευνάς τους ήταν αφενός να προσδιορίσει αν η έννοια της

κρίσιμης ταχύτητας και της κρίσιμης δύναμης μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως κρίσιμη ταχύτητα κολύμβησης, η οποία θεωρητικά μόνο μπορεί να διατηρηθεί χωρίς εξάντληση κατά τη διάρκεια κολύμβησης με αντίσταση (λάστιχο), και αφετέρου αν η κρίσιμη ταχύτητα μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως δείκτης για την αξιολόγηση της αερόβιας απόδοσης στην αγωνιστική κολύμβηση. Χρησιμοποιήθηκε η αντίσταση με λάστιχο στην κολύμβηση για να εξασφαλίσουν σταθερή ένταση κατά τη διάρκεια της προπόνησης του κολυμβητή. Προσπάθησαν δηλαδή, να πετύχουν αυτό που επιτυγχάνεται με το υδροεργόμετρο και εκτός νερού με το δαπεδοεργόμετρο και το ποδηλατοεργόμετρο, όργανα τα οποία χρησιμοποιήθηκαν σε έρευνες για μετρήσεις προκειμένου να καθορίσουν την κρίσιμη ταχύτητα και την κρίσιμη δύναμη. Από τη μελέτη των αποτελεσμάτων τους κατέληξαν στο συμπέρασμα ότι αφενός είναι εφικτός ο καθορισμός της κρίσιμης ταχύτητας χρησιμοποιώντας την κολύμβηση με αντίσταση (λάστιχο) και αφετέρου ότι η κρίσιμη ταχύτητα μπορεί να εκφραστεί ως η δύναμη που εφαρμόζεται κατά τη διάρκεια της κολύμβησης η οποία θεωρητικά μόνο μπορεί να διατηρηθεί χωρίς εξάντληση. Οι θετικές συσχετίσεις που διαπίστωσαν ότι υπήρξαν μεταξύ της κρίσιμης ταχύτητας και των άλλων δεικτών της αερόβιας ικανότητας που αξιολόγησαν (καρδιακή συχνότητα, μέγιστη πρόσληψη οξυγόνου, σημείο εκκίνησης της συγκέντρωσης του γαλακτικού- κατώφλι γαλακτικού) απέδειξαν ότι η κρίσιμη ταχύτητα μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως αξιόπιστος δείκτης αξιολόγησης της αερόβιας ικανότητας.

### ***Κρίσιμη ταχύτητα στην παιδική ηλικία***

Από τη στιγμή που η κρίσιμη ταχύτητα αποδείχτηκε καλός δείκτης της αερόβιας ικανότητας, η χρήση της γενικεύτηκε όχι μόνο στους ενήλικες κολυμβητές αλλά και στους νεαρούς αθλητές, ηλικίας 12-17 ετών, με αποτέλεσμα να γίνονται προσπάθειες να βρεθούν κατάλληλα για την εγκυρότητά τους όλο και περισσότερα τεστ υπολογισμού της (Rodríguez, Moreno & Saavedra, 2002). Αρκετές έρευνες έχουν υποστηρίξει τη θεωρία της κρίσιμης ταχύτητας σε νεαρούς κολυμβητές αναγνωρίζοντάς την ως έναν έγκυρο δείκτη μέτρησης πρόβλεψης της αερόβιας απόδοσης, τονίζοντας ταυτόχρονα την απλότητα της μεθόδου (Beneke, Heck, Schwarz & Leitthausen, 1996; Soares et al., 2003). Ωστόσο, οι Denadai et al. (2000),

διατύπωσαν ενδοιασμούς όσον αφορά στη χρήση της ΚΤ ως δείκτη αξιολόγησης της αερόβιας ικανότητας σε κολυμβητές μικρής ηλικίας. Την αμφισβήτησή τους την υποστήριξαν στηριζόμενοι στην άποψη ότι η απόδοση των αθλητών στην κολύμβηση δεν εξαρτάται μόνο από τις φυσιολογικές παραμέτρους αλλά και από άλλους παράγοντες όπως είναι η τεχνική και η ανταγωνιστική τακτική τους. Κατά συνέπεια θα πρέπει να διερευνηθεί αν η μέθοδος της ΚΤ μπορεί να έχει εφαρμογή στα παιδιά που δεν έχουν πολύ καλή τεχνική, εμπειρία και απόδοση.

Σε προπονημένους και μη προπονημένους κολυμβητές, ηλικίας 10- 12 ετών, παρατηρήθηκαν τιμές ταχύτητας, με συγκέντρωση γαλακτικού 4 mmol, οι οποίες ήταν σημαντικά πιο γρήγορες από εκείνες της κρίσιμης ταχύτητας (Denadai et al., 2000). Αυτό το αποτέλεσμα δεν είναι σύμφωνο με άλλες έρευνες σε ενήλικες (Eriksson & Saltin, 1974; Stegmann, Kindermann & Schnabel, 1981). Η κρίσιμη ταχύτητα αποδίδει μικρότερη αξία στην κολυμβητική ένταση που ανταποκρίνεται σε μια συγκέντρωση γαλακτικού 4mmol σε παιδιά ηλικίας 10- 12 ετών. Ο Denadai et al., (2000), υποστήριξαν ότι το κριτήριο απόδοσης των 4mmol δεν επηρεάζει τον προσδιορισμό της κρίσιμης ταχύτητας καθώς δεν υπήρξαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των παραμέτρων που μετρήθηκαν τόσο σε αρχάρια παιδιά όσο και σε προπονημένα. Τα παιδιά τείνουν να παρουσιάζουν πιο χαμηλές συγκεντρώσεις γαλακτικού στο αίμα σε σύγκριση με τους ενήλικες, σε υπομέγιστες και μέγιστες εντάσεις, λόγω χαμηλότερων συγκεντρώσεων και μικρότερης δραστηριότητας των γλυκολυτικών ενζύμων και υψηλότερων συγκεντρώσεων με υψηλότερη δραστηριότητα των οξειδωτικών ενζύμων, γεγονός που οδηγεί και στην αυξημένη οξειδωση του γαλακτικού (Τοκμακίδης & Δούδα, 2001). Το γεγονός αυτό ερμηνεύει τη διαφορά μεταξύ του μέσου όρου των τιμών της κρίσιμης ταχύτητας και της ταχύτητας με συγκέντρωση γαλακτικού 4 mmol, που παρατηρήθηκε στην έρευνα των Denadai et al. (2000), σε σύγκριση με τις αντίστοιχες τιμές των ενηλίκων.

Οι Greco, Bianco, Gomide & Denadai (2002) ερευνώντας την ΚΤ ως δείκτη πρόβλεψης της αερόβιας ικανότητας κατέληξαν ότι αυτή είναι ανεξάρτητη από τη χρονολογική ηλικία. Με τον τρόπο αυτό είναι δυνατόν να παρέχει σημαντικές πρακτικές πληροφορίες για την αερόβια κατάσταση απόδοσης νεαρών αθλητών, ηλικίας 10- 15 ετών. Βασιζόμενοι στο ανωτέρω



συμπέρασμα, οι Toubekis et al. (2004) σε μια προσπάθεια σύγκρισης της ΚΤ σε παιδιά ηλικίας 11,5-14 ετών με το γαλακτικό κατώφλι και την ταχύτητα που ανταποκρίνεται σε συγκέντρωση γαλακτικού 4mmol, δεν παρατήρησαν καμιά στατιστικά σημαντική διαφορά. Πιο συγκεκριμένα, η κρίσιμη ταχύτητα υπολογίστηκε στις αποστάσεις των 50, 100, 200 & 400μ ελεύθερης κολύμβησης. Ταυτόχρονα, μελετήθηκαν επτά πιθανοί συνδυασμοί για τον υπολογισμό της ΚΤ, όπου ο καθένας περιείχε δύο ή τρεις από αυτές τις αποστάσεις. Με αυτό το τρόπο ήταν δυνατή η εύρεση ενός εφικτού συνδυασμού για την πιο έγκυρη και αξιόπιστη συσχέτιση της ΚΤ με το γαλακτικό κατώφλι και την ταχύτητα που ανταποκρίνεται σε συγκέντρωση γαλακτικού 4mmol σε νεαρούς κολυμβητές. Αποδείχτηκε λοιπόν, πως όλοι οι συνδυασμοί που περιέχουν την απόσταση των 400μ φαίνεται πως βρίσκονται πιο κοντά στο γαλακτικό κατώφλι καθιστώντας παράλληλα, με τον τρόπο αυτό πιο εύκολη και σύντομη τη διαδικασία του υπολογισμού της ΚΤ.

Τέλος, στην προσπάθεια να μελετηθεί η ανταπόκριση του γαλακτικού και της ΚΣ στο 95% και το 100% της ΚΤ σε παιδιά 11-12 ετών και σε εφήβους 14,5-17,5 ετών, ερευνητές κατέληξαν στο συμπέρασμα ότι η κολύμβηση με ταχύτητα που ανταποκρίνεται στην ένταση της ΚΤ μπορεί να αντιπροσωπεύει διαφορετικά επίπεδα έντασης της άσκησης για την κάθε μια από αυτές τις ηλικιακές κατηγορίες (Filipatou, Toubekis, Douda, Pilianidis & Tokmakidis, 2006). Πιο συγκεκριμένα, μετά από μετρήσεις κατά τη διάρκεια μιας σειράς προσπαθειών 4X300μ ελεύθερης κολύμβησης στα παιδιά και 4X400μ στους εφήβους, παρατηρήθηκαν διαφορές στα επίπεδα συγκέντρωσης του γαλακτικού. Στους εφήβους παρατηρήθηκε αύξηση μετά την τρίτη και τέταρτη προσπάθεια, όταν αυτοί κολύμπησαν στο 100% της ΚΤ, ενώ δεν παρουσιάστηκε καμία μεταβολή στο 95% της ΚΤ. Τα μικρά παιδιά δεν παρουσίασαν καμία διαφορά στη συγκέντρωση του γαλακτικού και στις δύο εντάσεις της ΚΤ. Η καρδιακή συχνότητα ήταν μεγαλύτερη στο 100% της ΚΤ τόσο στους εφήβους όσο και στα παιδιά. Η διαφορά αυτή της συγκέντρωσης του γαλακτικού ερμηνεύεται από το γεγονός της μεγαλύτερης ενεργειακής συνεισφοράς του αναερόβιου συστήματος στον οργανισμό των εφήβων σε σύγκριση με τον οργανισμό των παιδιών, τη διαφορετική συχνότητα απομάκρυνσης του γαλακτικού σε αυτές τις ηλικιακές ομάδες και τέλος τη διαφορετική προπονητική ηλικία των κολυμβητών (Filipatou et al, 2006).

Φανερώνει ακόμη πως η άσκηση στην ένταση της ΚΤ αντιπροσωπεύει άσκηση έντασης πάνω από το επίπεδο της MLSS.

### ***Κρίσιμη ταχύτητα και άλλοι δείκτες βελτίωσης της απόδοσης***

Οι Pelayo και συν. (2000), προσπάθησαν να διερευνήσουν τη σχέση της κρίσιμης ταχύτητας κολύμβησης με το μήκος και τη συχνότητα “χεριάς”. Η προσπάθειά τους αυτή στηρίχτηκε στο γεγονός ότι οι προπονητές, για να έχουν πιο ολοκληρωμένη εικόνα της απόδοσης του κολυμβητή, πρέπει να υπολογίζουν το μήκος και τη συχνότητα “χεριάς”, του. Το μήκος και η συχνότητα “χεριάς” καθορίζονται σε μεγάλο βαθμό από τις σωματική διάπλαση, τη μυϊκή δύναμη, τη φυσική κατάσταση και την οικονομική τεχνική του κάθε κολυμβητή. Η απόδοση σε όλα τα αθλήματα με κυκλικές κινήσεις εξαρτάται από τη συχνότητά τους κατά τη διάρκεια παραγωγής σταθερού έργου. Γι’ αυτό το λόγο ο κάθε κολυμβητής προσπαθεί να κάνει διάφορους συνδυασμούς μήκους και συχνότητας “χεριάς”, για να έχει μικρότερο ενεργειακό κόστος. Θεωρητικά υπάρχει μια κρίσιμη συχνότητα “χεριάς” η οποία μπορεί να διατηρηθεί χωρίς εξάντληση για αρκετό χρόνο. Αυτή εκφράζεται με συνάρτηση του αριθμού των κύκλων “χεριάς”, σε συγκεκριμένη απόσταση με το χρόνο. Οι Arellano, Brown, Cappaert & Nelson (1994), απέδειξαν ότι η κρίσιμη συχνότητα χεριάς μπορεί να είναι ένας καλός δείκτης για τον έλεγχο του φορτίου αερόβιας προπόνησης. Αυτό προκύπτει ως αποτέλεσμα των όμοιων συγκεντρώσεων του γαλακτικού οξέος στο αίμα, τις οποίες οι κολυμβητές παρουσίασαν όταν κολύπησαν με ταχύτητα που καθορίστηκε από την ΚΤ ή κολυμπώντας με συχνότητα χεριών καθορισμένη από την κρίσιμη συχνότητα “χεριάς”.

Πολλές φορές ο κολυμβητής προσπαθεί να συνδυάσει την κρίσιμη κολυμβητική ταχύτητα με την κρίσιμη συχνότητα “χεριάς”. Επιλέγει να κολυμπάει με την ίδια ταχύτητα μειώνοντας τη συχνότητα “χεριάς” ή διατηρώντας την κρίσιμη συχνότητα “χεριάς” αλλά κολυμπώντας με υψηλότερη κολυμβητική ταχύτητα. Αυτό το χρησιμοποιεί ως κριτήριο ελέγχου τόσο για τα τεχνικά στοιχεία όσο και για το φορτίο έντασης της προπόνησης. Η ικανότητα του κολυμβητή να βελτιώσει το μήκος “χεριάς”, σε προπόνηση αντοχής πιθανά να καθορίσει σε μεγάλο βαθμό την επιτυχία του, γιατί

μειώνεται το ενεργειακό κόστος και επηρεάζεται σημαντικά η αερόβια απόδοσή του (Costill et al., 1985).

Προσπάθειες έγιναν ώστε να ερευνηθεί αν οι θεωρίες της ΚΤ, της κρίσιμης συχνότητας χεριάς και της αναερόβιας κολυμβητικής ικανότητας μπορούν να χρησιμοποιηθούν από τους προπονητές ως έγκυροι και αξιόπιστοι δείκτες για να ελέγχουν την απόδοση αντοχής στην αγωνιστική κολύμβηση καθορίζοντας τα αερόβια προπονητικά φορτία. Ωστόσο αποδείχτηκε πως ο δείκτης της αναερόβιας κολυμβητικής ικανότητας δεν αποτελεί έγκυρο δείκτη. Αντίθετα υποστηρίχθηκε πως οι προπονητές συνδυάζοντας τους δείκτες της κρίσιμης ταχύτητας και της κρίσιμης συχνότητας χεριών μπορούν να ελέγξουν την τεχνική των κολυμβητών τους κατά τη διάρκεια της προπόνησής τους (Dekerle, Sidney, Hespel & Pelayo, 2002).

### ***Άτομα με κινητικές αναπηρίες***

Η αναπηρία είναι η κατάσταση εκείνη κατά την οποία το άτομο αντιμετωπίζει διαφόρου βαθμού δυσκολίες στην αυτοεξυπηρέτηση, στην απασχόληση, στην εκπαίδευση, στην ψυχαγωγία και γενικότερα στην κοινωνική του ζωή. Η μειονεξία μπορεί να οφείλεται στη συνεχιζόμενη ανικανότητα του σώματος, του πνεύματος ή της προσωπικότητάς του. Εμφανίζεται χρονικά σε οποιαδήποτε περίοδο της ζωής του, ως αποτέλεσμα οργανικών ή περιβαλλοντικών αιτίων.

Τα άτομα με κινητικές αναπηρίες είναι εκείνα που παρουσιάζουν αδυναμία ή σοβαρό περιορισμό στην ικανότητά τους να κινήσουν μέλη του σώματός τους και να μετακινηθούν μέσα στο χώρο. Οι κυριότερες μορφές των κινητικών αναπηριών οφείλονται σε συγγενείς ανωμαλίες του νευρικού συστήματος, εγκεφαλική παράλυση, εγκεφαλικές βλάβες μεγάλης ηλικίας, νοσήματα των οστών, νευρομυϊκές παθήσεις, βλάβες του νωτιαίου μυελού, ακρωτηριασμούς (Αγγελοπούλου, 2004).

*Πολιομυελίτιδα.* Η πολιομυελίτιδα είναι μία νευρομυϊκή ασθένεια. Οφείλεται στον ιό της πολιομυελίτιδας που προσβάλλει το νευρικό ιστό του κεντρικού νευρικού συστήματος – νωτιαίου μυελού ή/ και του εγκεφάλου. Οι βλάβες είναι δυνατόν να προσβάλλουν τα κινητικά κέντρα του εγκεφάλου, τα πρόσθια κέρατα του νωτιαίου μυελού. Οι πάσχοντες εμφανίζουν από πολύ

ήπια συμπτώματα κινητικής διαταραχής μέχρι πολύ βαριά παράλυση. Αυτά πιθανά να είναι μυϊκή αδυναμία, σπαστικότητα, παράλυση ή σκελετικές δυσμορφίες (Γκουτζιαμάνη, 1993).

*Εγκεφαλική παράλυση:* Η εγκεφαλική παράλυση σύμφωνα με τον Βαχ, είναι μια διαταραχή της στάσης και της κίνησης που οφείλεται σε βλάβη ή κακή ανάπτυξη του εγκεφάλου. Η βλάβη είναι μόνιμη, δεν εξελίσσεται. Τα άτομα με εγκεφαλική παράλυση παρουσιάζουν διαταραχές στο μυϊκό τόνο, ο οποίος μπορεί να είναι αυξημένος (υπερτονία) ή ελαττωμένος (υποτονία). Οι μύες συσπώνται ακούσια όταν ξαφνικά διατείνονται, με αποτέλεσμα οι σπαστικές συστολές να προκαλούν δυσαρμονία στις κινήσεις και αδυναμία στον έλεγχο των κινήσεων και στη διατήρηση φυσιολογικών θέσεων. Τα άτομα παρουσιάζουν μεγάλη ανομοιογένεια στα κινητικά χαρακτηριστικά τους γι' αυτό το λόγο, οι λειτουργικές ασκήσεις που ακολουθούν είναι εξατομικευμένες (Ferrara & Laskin, 1997). Η εγκεφαλική παράλυση συνήθως συνοδεύεται με προβλήματα στην ακοή, στην όραση, στην ομιλία καθώς και με κάποιο βαθμό νοητικής υστέρησης. Με κριτήριο το τμήμα του σώματος που έχει προσβληθεί η εγκεφαλική παράλυση χαρακτηρίζεται μονοπληγία, διπληγία, ημιπληγία, τριπληγία και τετραπληγία ενώ με κριτήριο τη νευρομυϊκή διαταραχή σε σπαστικότητα, αθέτωση, αταξία, υποτονία.

*Κάκωση νωτιαίου μυελού:* Οποιαδήποτε βίαιη επενέργεια δύναμης στο νωτιαίο μυελό (Κάκωση Νωτιαίου Μυελού-Κ.Ν.Μ.) επηρεάζει την ικανότητά του να μεταφέρει μηνύματα από και προς τον εγκέφαλο και τα συστήματα του σώματος που ελέγχουν τις κινητήριες, αισθητήριες και αυτόνομες λειτουργίες κάτω από το σημείο της βλάβης. Η Κ.Ν.Μ. μπορεί να είναι πλήρης ή ατελής, ανάλογα με το ποσοστό διάσωσης της κινητικής και αισθητικής οδού. Παραπληγία ή παραπάρεση σημαίνει ότι μόνο στα κάτω άκρα παρουσιάζεται διαταραχή. Στην τετραπληγία ή τετραπάρεση επηρεάζονται τόσο τα άνω όσο και τα κάτω άκρα, ενώ στην ημιπληγία ή ημιπάρεση παραλύουν το άνω και κάτω άκρο της σύστοιχης πλευράς του σώματος. Οι όροι μονοπληγία ή τριπληγία χρησιμοποιούνται για να περιγράψουν την έλλειψη ή μείωση της κινητικότητας ενός ή τριών άκρων αντίστοιχα.

*Νόσος των δυτών τύπου II:* Οι διαταραχές κατά τη διάρκεια μιας κατάδυσης εμφανίζονται όταν ο αυτοδύτης με τους πνεύμονες γεμάτους αέρα υπό πίεση αναδυθεί σε κατάσταση άπνοιας (αναστέλλοντας ηθελημένα τη

λειτουργία της εκπνοής). Το αποτέλεσμα είναι η υπερδιάταση του πνεύμονα, ρήξη των κυψελίδων και συνεπώς κυκλοφορικές διαταραχές. Εμβολή δημιουργείται όταν κατά τη ρήξη του πνεύμονα σπάζουν τριχοειδή αγγεία με συνέπεια ο αέρας λόγω μεγαλύτερης πίεσης από την πίεση του αίματος θα εισχωρήσει σε αδιάλυτη μορφή- φυσαλίδες αζώτου ή αδρανούς αερίου- στο κυκλοφορικό σύστημα (Κηπουρός, 2000). Επειδή, η διαλυτότητα του αζώτου στα λιποειδή είναι πενταπλάσια από εκείνη στο νερό, ο ιστός στον οποίο αυτό διαλύεται περισσότερο είναι ο νευρικός ιστός, ο οποίος είναι πλούσιος σε λιποειδή (Mountain, 1996).

Σύμφωνα με την κλασική ταξινόμηση του Βρετανικού Ινστιτούτου Ναυτικής Ιατρικής, τα συμπτώματα της νόσου των δυτών, ανάλογα με τη βαρύτητά τους, διακρίνονται σε τύπο I και τύπο II. Ο τύπος II περιλαμβάνει τα σοβαρότερα συμπτώματα της νόσου τα οποία προέρχονται από τη συσσώρευση φυσαλίδων στα αγγεία του νωτιαίου μυελού, του εγκεφάλου και των περιφερικών νεύρων, οδηγώντας σε σοβαρές διαταραχές της αιμάτωσης και λειτουργίας τους. Έτσι εμφανίζονται πόνοι παραισθησίες ή υπαισθησίες στο σώμα, παράσεις ή παραλύσεις των άκρων, διαταραχές των αισθητηρίων οργάνων, ίλιγγος, ημιπληγία, απώλεια συνείδησης ή και θάνατος. Εάν δεν επέλθει ο θάνατος άμεσα, τα συμπτώματα από τον εγκέφαλο παρέρχονται και δεν αφήνουν υπολείμματα, λόγω της πλούσιας αιμάτωσης του εγκεφάλου χάρη στην οποία γίνεται εύκολα και γρήγορα η αποκομιδή αζώτου. Αντίθετα, ο νωτιαίος μυελός με τη φτωχή σε σχέση με την εγκεφαλική αιμάτωση, προσβάλλεται συχνότερα, ιδιαίτερα η κατώτερη θωρακική, ανώτερη οσφυϊκή και κατώτερη αυχενική μοίρα του κατά σειρά φθίνουσας συχνότητας. Για το λόγο αυτό παραλυτικά φαινόμενα παρουσιάζονται συχνότερα στα κάτω άκρα ενώ σπανιότερα στα άνω άκρα (Mountain, 1996).

### ***Μέθοδοι μέτρησης αερόβιας και αναερόβιας ικανότητας σε άτομα με κινητικές αναπηρίες***

Μικρός είναι ο αριθμός των ερευνών που έχουν διεξαχθεί με σκοπό τη μελέτη του τρόπου ανταπόκρισης του οργανισμού των ατόμων με αναπηρία στην άσκηση. Πρακτικοί λόγοι δυσκολεύουν τη συμμετοχή τους και ιδιαίτερα αυτών που χρησιμοποιούν αναπηρικό αμαξίδιο, σε παρατεταμένα προγράμματα ελεγχόμενης άσκησης στο εργαστήριο. Τα προβλήματα κυρίως



αφορούν στην έλλειψη κατάλληλων μέσων μεταφοράς, στην ανάπτυξη υπερβολικής πίεσης στα ευαίσθητα σημεία του σώματός τους από τους ερευνητές με αποτέλεσμα να πληγώνονται, στη χρήση μέσων τα οποία πιθανά τους δημιουργούν δυσφορία (Roach & Wood, 1994). Ένα άλλο πρόβλημα είναι η μικρή δυνατότητα προσαρμογής του δομημένου ασκησιολογίου, που πραγματοποιείται στο περιβάλλον του εργαστηρίου, με αποτέλεσμα να δυσχεραίνεται η ερμηνεία των αποτελεσμάτων. Ωστόσο οι μελέτες που έχουν διεξαχθεί σε αντιπροσωπευτικά δείγματα που συμμετείχαν σε προγράμματα άσκησης κατέληξαν στο συμπέρασμα ότι η συστηματική, εξάσκηση στο απαιτούμενο για το κάθε αγώνισμα επίπεδο, οδηγεί σε σημαντικές βελτιώσεις τόσο στη δύναμη των μυών όσο και στην καρδιοαναπνευστική τους λειτουργία (Dompier, 2001).

Τα τεστ φυσικής κατάστασης των αθλητών σε αναπηρικό αμαξίδιο περιλαμβάνουν τις βασικές μεταβλητές κάθε τυπικής αξιολόγησης φυσικής κατάστασης που χρησιμοποιείται για τους αρτιμελείς αθλητές, δηλ. τη σύσταση του σώματος, τη μυϊκή δύναμη, την καρδιοαναπνευστική αντοχή. Παράλληλα, λαμβάνοντας υπόψη το ηλεκτροκαρδιογράφημα και τους άλλους παράγοντες κινδύνου της υγείας τους, εξάγονται τα αντίστοιχα συμπεράσματα, αν και οι διαδικασίες που υιοθετούνται είναι κάποιες φορές προσαρμοσμένες στις ανάγκες του κάθε ασκούμενου (Roach & Wood, 1994). Η ερμηνεία, ωστόσο, των επιδόσεων γίνεται πιο δύσκολη μια και η διαθεσιμότητα σε νόρμες για τα άτομα με αναπηρία είναι περιορισμένη σε σύγκριση με την αντίστοιχη των αρτιμελών.

Το ενδιαφέρον πολλών ερευνητών επικεντρώθηκε στη διασφάλιση της εγκυρότητας των τεστ αξιολόγησης της καρδιοαναπνευστικής αντοχής προκειμένου να εκτιμήσουν το επίπεδο της αερόβιας ικανότητας των ατόμων με αναπηρία αλλά και τις προσαρμογές του οργανισμού τους στην αερόβια άσκηση. Για το λόγο αυτό οι Bhambhani, Eriksson & Steadward (1991), πραγματοποίησαν μετρήσεις σε δαπεδοεργόμετρο με το αναπηρικό αμαξίδιο σε άτομα που είχαν παραπληγία και τετραπληγία. Αξιολογώντας την πρόσληψη οξυγόνου, την καρδιακή συχνότητα και τη συχνότητα αερισμού κατέληξαν στο συμπέρασμα ότι η χρήση του δαπεδοεργόμετρου με το αναπηρικό αμαξίδιο είναι έγκυρη μέθοδος μέτρησης για την αξιολόγηση της καρδιοαναπνευστικής αντοχής σε άτομα με παραπληγία και τετραπληγία.

Αντίθετα, χαμηλή εγκυρότητα αναφέρθηκε για τις μετρήσεις της μέγιστης πρόσληψης οξυγόνου ( $VO_{2max}$ ) σε δαπεδοεργόμετρο - στο οποίο οι συμμετέχοντες χρησιμοποίησαν το δικό τους αναπηρικό αμαξίδιο - και σε ποδηλατοεργόμετρο (Bhambhani, Holland & Steadward, 1992). Ο μικρός αριθμός του δείγματος, ( $n=6$ ) και η ανομοιογένεια που εμφάνιζε, πιθανά να ερμηνεύει το αποτέλεσμα της μελέτης αυτής. Οι ερευνητές κατέληξαν στο συμπέρασμα ότι η μέτρηση της  $VO_{2max}$  είναι κατάλληλη και αξιόπιστη μέθοδος με την προϋπόθεση ότι η διαδικασία μέτρησης επιλέγεται ανάλογα με τη λειτουργική ικανότητα του κάθε ατόμου. Συγκεκριμένα, όταν τα άτομα με εγκεφαλική παράλυση ή εγκεφαλικό επεισόδιο είναι περιπατητικοί πρέπει να επιλέγεται ένα τεστ άσκησης των κάτω άκρων όπως το ποδηλατοεργόμετρο, ενώ όταν το άτομο είναι χρήστης αναπηρικού αμαξιδίου ή έχει πολύ μικρή λειτουργικότητα στα κάτω άκρα να προτιμάται ως πιο κατάλληλη διαδικασία ένα τεστ άσκησης σε χειροεργόμετρο.

Οι Holland, Bhambhani, Ferrara & Steadward (1994), διαπίστωσαν χαμηλή αξιοπιστία στις μετρήσεις της  $VO_{2max}$  και του αερόβιου κατωφλιού όταν αυτοί οι δείκτες μετρήθηκαν σε αθλητές με εγκεφαλική παράλυση εν ενεργεία και μη. Οι ερευνητές απέδωσαν τη χαμηλή αξιοπιστία στην εγγενή μεταβλητότητα της σπαστικότητας (εγκεφαλική παράλυση). Οι ερευνητές εξέφρασαν τη δυσπιστία τους για την καταλληλότητα της χρήσης των μετρήσεων αερόβιου κατωφλιού στα άτομα αυτά επειδή ακόμη και οι ενεργοί αθλητές δεν είχαν προηγούμενη εμπειρία σε αντίστοιχες συνθήκες μετρήσεων.

Η σοβαρότητα της εκδήλωσης της σπαστικότητας διαδραματίζει σημαντικό ρόλο στον τρόπο με τον οποίο τα άτομα με εγκεφαλική παράλυση ανταποκρίνονται και ενδεχόμενα προσαρμόζονται σε ένα ερέθισμα άσκησης (Lundberg, 1975). Συγκεκριμένα, η έναρξη της αύξησης της σπαστικότητας κατά τη διάρκεια της άσκησης μπορεί να μειώσει το επίπεδο της περιφερειακής ροής του αίματος. Αυτή η δυσλειτουργία της ροής του αίματος πιθανά να είναι ένας από τους παράγοντες που ερμηνεύουν τη χαμηλή αξιοπιστία των μετρήσεων της αερόβιας ικανότητας (Holland, 1994).



## **Αερόβια άσκηση σε άτομα με κινητικές αναπηρίες**

Η περιορισμένη ικανότητα ενεργοποίησης της μυϊκής μάζας στα άτομα με τετραπληγία, θέτει σοβαρούς περιορισμούς στις καθημερινές τους δραστηριότητες και γι' αυτό κάνουν καθιστική ζωή (Figoni, 1993). Ωστόσο η ενεργή συμμετοχή τους σε προγράμματα άσκησης συνοδεύεται από βελτίωση της φυσικής τους κατάστασης και κατ' επέκταση της λειτουργικής τους κατάστασης. Για να παρουσιαστούν όμως σημαντικές βελτιώσεις στην καρδιοαναπνευστική τους αντοχή απαιτείται το πρόγραμμα άσκησης να έχει διάρκεια μεγαλύτερη των 10 εβδομάδων (Ready, 1984).

Οι Coutts & McKenzie (1995), διαπίστωσαν ότι το αερόβιο κατώφλι μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως δείκτης της υπομέγιστης αερόβιας ικανότητας και απόδοσης κατά την εξειδικευμένη άσκηση. Μελέτησαν 30 άνδρες αθλητές - 8 με παραπληγία, 18 με τετραπληγία και 4 με ακρωτηριασμό των κάτω άκρων- οι οποίοι συμμετείχαν με τη σειρά σε δοκιμασίες στίβου και καλαθοσφαίρισης. Βρέθηκε ότι η αερόβια ικανότητα, εκφρασμένη ως ποσοστό της  $VO_{2max}$ , διέφερε σημαντικά μεταξύ: α) των συμμετεχόντων με παραπληγία και τετραπληγία, β) των αγωνισμάτων στα οποία δοκιμάστηκαν, ενώ δεν παρουσιάστηκε στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των συμμετεχόντων με ακρωτηριασμό και αυτών με παραπληγία. Επιπρόσθετα, αναφέρθηκε ότι οι συμμετέχοντες με παραπληγία και ακρωτηριασμό που συμμετείχαν στις δοκιμασίες του στίβου παρουσίασαν στατιστικά σημαντικά υψηλότερες τιμές της  $VO_{2max}$  συγκρινόμενες με εκείνες που πέτυχαν στην καλαθοσφαίριση.

Έχουν παρατηρηθεί, καρδιοαναπνευστικές προσαρμογές σε άτομα με κακώσεις σπονδυλικής στήλης, πολιομυελίτιδα και δισχιδή ράχη μετά από τη συμμετοχή τους σε πρόγραμμα άσκησης (Hjetness, 1984). Συγκεκριμένα, παρατηρήθηκε σημαντική αύξηση της μέγιστης πρόσληψης οξυγόνου μετά από 16 εβδομάδες προπόνησης. Σε δύο ομάδες ατόμων εφαρμόστηκε το ίδιο πρόγραμμα άσκησης με τη διαφορά ότι για τη μία ομάδα οι πρώτες 8 εβδομάδες περιελάμβαναν εξάσκηση στο χειροεργόμετρο και οι υπόλοιπες εξάσκηση με το αναπηρικό αμαξίδιο ενώ για τη δεύτερη προηγήθηκε η άσκηση με το αμαξίδιο. Κάθε ομάδα αποτελούνταν από άτομα που παρουσίαζαν και τις τρεις μορφές αναπηρίας που μελετήθηκαν. Ιδιαίτερα σημαντική ήταν η αύξηση τις πρώτες 8 εβδομάδες της προπόνησης και για τις



δύο ομάδες, γεγονός που φανερώνει ότι η εξάσκηση με το χειρισμό του αμαξιδίου βοηθά σημαντικά στη βελτίωση της αερόβιας ικανότητας των ατόμων που το χρησιμοποιούν. Η διάρκεια της εξάσκησης και με τις δύο μορφές άσκησης δεν ξεπερνούσε τη μία ώρα και η ένταση κυμαίνονταν στο 50- 65% της μέγιστης καρδιακής συχνότητας του κάθε ατόμου.

Το ίδιο σημαντικές επιδράσεις παρατηρήθηκαν μετά από πρόγραμμα 5 εβδομάδων άσκησης σε χειροεργόμετρο, με ένταση 70% της μέγιστης καρδιακής συχνότητας (Sedlock, Knowlton & Fitzgerald, 1988). Σε εντάσεις με υπομέγιστο φορτίο παρατηρήθηκε μείωση της συγκέντρωσης του γαλακτικού οξέος στο αίμα, μείωση της καρδιακής συχνότητας ηρεμίας και αύξηση του όγκου παλμού χωρίς αλλαγή της καρδιακής παροχής. Τα ίδια αποτελέσματα παρατηρήθηκαν και μετά από άσκηση έξι εβδομάδων σε εργόμετρο πάνω σε αναπηρικό αμαξίδιο σε αθλητές κλασικού αθλητισμού με κάκωση του νωτιαίου μυελού (Millar & Ward, 1983). Το πρόγραμμα εξάσκησης των αθλητών στο εργόμετρο περιελάμβανε εντάσεις ίδιες με τις αντίστοιχες στις οποίες εξασκούσαν στο κανονικό τους πρόγραμμα προπόνησης στο στίβο. Μετά τις έξι εβδομάδες αυξήθηκε σημαντικά ο συνολικός αερισμός ως αποτέλεσμα της αυξημένης αναπνευστικής λειτουργίας κατά τη διάρκεια της άσκησης. Ταυτόχρονα παρατηρήθηκε σημαντική βελτίωση α) στην ανάπτυξη των μυών, β) στην απόδοση του αναπνευστικού- μυϊκού συστήματος, γ) της  $VO_{2max}$ . Τέλος, παρατηρήθηκε μείωση της καρδιακής συχνότητας σε υπομέγιστα φορτία. Οι αθλητές αυτοί βρίσκονταν ήδη σε ένα καλό επίπεδο φυσικής κατάστασης καθιστώντας έτσι τα αποτελέσματα αυτά αξιόπιστα.

Οι αθλητές με εγκεφαλική παράλυση, παρουσιάζουν πολύ μεγάλη ανομοιογένεια. Για το λόγο αυτό το πρόγραμμα που ακολουθούν θα πρέπει να είναι εξατομικευμένο (Ferrara & Laskin, 1997). Η ανταπόκρισή τους στην άσκηση αν και επηρεάζεται σε μεγάλο βαθμό από την ύπαρξη και νοητικής υστέρησης, δε βρέθηκε να υπάρχει σχέση μεταξύ της νοητικής ικανότητας και του επιπέδου της φυσικής κατάστασης σε αθλητές με εγκεφαλική παράλυση με και χωρίς νοητική υστέρηση (Winnick & Short, 1991). Συγκρινόμενη, όμως, με το επίπεδο της φυσικής κατάστασης των αρτιμελών, ίδιας ηλικίας ήταν σημαντικά πιο χαμηλή.

Οι Dresen, Groot, Menor & Bouman (1985), έκαναν προσπάθεια να προσδιορίσουν την προπονητική επιβάρυνση σε παιδιά με εγκεφαλική

παράλυση με κριτήριο την καρδιακή συχνότητα. Μελετήθηκαν 11 παιδιά με σπαστική ημιπληγία και σπαστική διπληγία, τα οποία συμμετείχαν σε πρόγραμμα άσκησης, διάρκειας 10 εβδομάδων. Αυτό περιελάμβανε μορφές εξάσκησης όπως κολύμβηση, τζούντο και παιδαγωγικά παιχνίδια. Στόχος του ήταν σε κάθε δραστηριότητα να διατηρηθεί για όσο το δυνατόν μεγαλύτερο χρονικό διάστημα η καρδιακή τους συχνότητα πάνω από τους 160 χτύπους ανά λεπτό. Δεν παρουσιάστηκαν σημαντικές διαφορές στην προβλεπόμενη  $VO_2max$  αλλά σημειώθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά στην πρόσληψη οξυγόνου  $VO_2$  σε οποιοδήποτε υπομέγιστο φορτίο. Το γεγονός αυτό αποδεικνύει βελτίωση της μηχανικής αποδοτικότητας των παιδιών. Η καταγραφή της καρδιακής συχνότητας έδειξε ότι μόνο για 61 λεπτά από τα 120, που ήταν η διάρκεια εξάσκησης την εβδομάδα, διατηρήθηκε το επιθυμητό αποτέλεσμα, δηλ. 160 χτύποι/min. Η μη ύπαρξη προσαρμογών αποδόθηκε στη μικρή διάρκεια της προπονητικής περιόδου.

Η ικανότητα των ατόμων με εγκεφαλική παράλυση να ασκούνται σε υπομέγιστο επίπεδο για μεγάλο χρόνο πρέπει να αποτελεί βασική προϋπόθεση σε οποιοδήποτε προπονητικό πρόγραμμα αερόβιας άσκησης (Fernandez & Piteta, 1993). Το επίπεδο φυσικής κατάστασης των ατόμων με εγκεφαλική παράλυση είναι χαμηλό. Συγκεκριμένα, κατά τη διάρκεια φυσικής δραστηριότητας στους 170 παλμούς το λεπτό παρουσίασαν 50% μικρότερη ικανότητα αντοχής συγκρινόμενη με την αντίστοιχη των αρτιμελών. Γι' αυτό κρίθηκε αναγκαίο να ασκούνται συστηματικά προσπαθώντας να βελτιώσουν σημαντικά το επίπεδο της φυσικής τους ικανότητας. Μετά από συμμετοχή σε πρόγραμμα άσκησης 8 εβδομάδων στο δαπεδοεργόμετρο, τρεις φορές την εβδομάδα, παρατηρήθηκε σημαντική βελτίωση της φυσικής τους ικανότητας. Το γεγονός αυτό αποδεικνύει ότι τα άτομα με εγκεφαλική παράλυση μπορούν να ωφεληθούν ακόμη και από τα πιο βασικά προγράμματα άσκησης με αποτέλεσμα να βελτιώνεται η ικανότητά τους στις καθημερινές τους δραστηριότητες.

Η προπόνηση οδηγεί σε ένα πολύ σημαντικό κέρδος μέγιστης πρόσληψης οξυγόνου σε αθλητές αντοχής με αναπηρικό αμαξίδιο. Παρόλα αυτά η φυσιολογική βάση της επίτευξης του κέρδους της προπόνησης δεν εξακριβώθηκε. Η αύξηση της μέγιστης πρόσληψης οξυγόνου, η οποία επιτυγχάνεται από την προπόνηση βελτιώνει τη λειτουργική ικανότητα των

χρηστών αναπηρικού αμαξιδίου. Σε μια μακροχρόνια προοπτική, η προπόνηση αντοχής είναι πολύ σημαντική για τη μείωση του ρίσκου εμφάνισης αθηροσκλήρωσης, δεδομένου του πολύ δυσμενούς λιπιδιακού προφίλ που παρατηρείται σε μη αθλούμενους με αναπηρία (Roach & Wood, 1994).

### ***Δείκτες ικανότητας αντοχής σε άτομα με αναπηρίες***

Στον τομέα του αθλητισμού των ατόμων με αναπηρία έχουν γίνει περιορισμένες προσπάθειες έρευνας γι' αυτό και τα δεδομένα που υπάρχουν για τις αποτελεσματικές μεθόδους εξάσκησής τους είναι πάρα πολύ λίγα. Πολλοί προπονητές ατόμων με αναπηρία προβληματίζονται αν μπορούν να χρησιμοποιούν τις μεθόδους προπόνησης που χρησιμοποιούνται στους αθλητές χωρίς αναπηρία προκειμένου να έχουν τα επιθυμητά αποτελέσματα. Τα τελευταία χρόνια αρκετοί ερευνητές προσπαθούν να δώσουν απαντήσεις στα ερωτήματα των προπονητών διερευνώντας εάν ισχύουν οι ίδιοι κανόνες και στα άτομα με αναπηρία.

Οι Arabi, Sid- Ali, Vandewalle & Monod (1993) προσπάθησαν να υπολογίσουν την κρίσιμη ταχύτητα στο "τρέξιμο" αθλητών με και χωρίς αναπηρία (αναπηρικό αμαξίδιο), που διαγωνίσθηκαν στους Ολυμπιακούς και τους Παραολυμπιακούς αγώνες της Βαρκελώνης. Οι τιμές της κρίσιμης ταχύτητας ήταν υψηλότερες για τα άτομα χωρίς αναπηρία σε σύγκριση με εκείνες των αθλητών που χρησιμοποίησαν αναπηρικό αμαξίδιο, για τις αποστάσεις κάτω των 800μ. Αντίθετα η κρίσιμη ταχύτητα βρέθηκε να είναι υψηλότερη στους αθλητές με αναπηρικό αμαξίδιο σε σύγκριση με τους αθλητές χωρίς αναπηρία για τις αποστάσεις των 1500μ έως και 10.000μ. Η διαφορά στις μικρές αποστάσεις αποδίδεται στην επιτάχυνση της μάζας του σώματος στις μικρές αποστάσεις και στη μεγάλη συμμετοχή του αναερόβιου συστήματος παροχής ενέργειας.

Μεταγενέστερα, έγινε προσπάθεια μιας πιο ολοκληρωμένης έρευνας αναφορικά με τη μέγιστη άσκηση και τους δείκτες αξιολόγησης της αντοχής, σε συνδυασμό με την κρίσιμη ταχύτητα των αθλητών κλασικού αθλητισμού με αναπηρικό αμαξίδιο σε ανοιχτό (γήπεδο) και κλειστό περιβάλλον (εργαστήριο) (Arabi et al., 1999). Επιχειρήθηκε ο ταυτόχρονος προσδιορισμός της πρόσληψης οξυγόνου, της καρδιακής συχνότητας, της μέγιστης ταχύτητας

σταθερής συγκέντρωσης γαλακτικού και του υπολογισμού της κρίσιμης ταχύτητας των άνω άκρων - υπολογιζόμενη από τη μέγιστη απόδοση και το χρόνο επίδοσης, όταν οι αθλητές ασκούσαν στο εργόμετρο με τη χρήση των άνω άκρων και η ένταση της άσκησης αυξάνονταν προοδευτικά. Διαπιστώθηκε ότι ισχύει η εφαρμογή της κρίσιμης ταχύτητας στους αθλητές με αναπηρικό αμαξίδιο τόσο στις μετρήσεις σε ανοιχτό όσο και σε κλειστό περιβάλλον. Παράλληλα, στην ίδια έρευνα, παρατηρήθηκε αδυναμία συσχέτισης μεταξύ δύναμης και αερόβιας ικανότητας. Έτσι, οι ερευνητές κατέληξαν ότι τα προγράμματα άσκησης των αθλητών με κινητικές αναπηρίες πρέπει να περιλαμβάνουν σε σωστή αναλογία ασκήσεις δύναμης και αντοχής (αερόβια άσκηση).

Είναι φανερό πως η ΚΤ αποτελεί μια παράμετρο η οποία έχει μελετηθεί στους αρτιμελείς αθλητές σε μεγαλύτερο βαθμό απ' ό,τι σε αθλητές με αναπηρία. Τα τελευταία χρόνια έχουν πραγματοποιηθεί σημαντικές προσπάθειες προσδιορισμού των διαφοροποιήσεων μεταξύ Α.με.Α. και τυπικού πληθυσμού στις φυσιολογικές- βιολογικές προσαρμογές τους κατά τη διάρκεια της άσκησης (Coutts & McKenzie, 1995; Figoni, 1993; Holland & McCubbin, 1994). Η ΚΤ αποτελεί ένα σημαντικό εργαλείο και έγκυρο δείκτη μέτρησης και πρόβλεψης της αερόβιας απόδοσης για τους αρτιμελείς κολυμβητές, ενώ η απλότητα της ως μέθοδος την καθιστά ιδιαίτερα χρήσιμη στην έρευνα της ανταπόκρισης ή όχι σε κολυμβητές με κινητικές αναπηρίες.

## ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ

### Δείγμα

Στην έρευνα συμμετείχαν 6 αθλητές (2 γυναίκες και 4 άντρες) αγωνιστικής κολύμβησης με κινητικές αναπηρίες, οι οποίοι ανήκουν στις κατηγορίες S<sub>2</sub>, S<sub>4</sub>, S<sub>5</sub> και S<sub>7</sub>, σύμφωνα με το Σύστημα Κατηγοριοποίησης της Διεθνούς Παραολυμπιακής Επιτροπής (ΔΠΕ) - International Paralympic Committee (IPC). Οι αθλητές με κινητικές αναπηρίες χωρίζονται σε 5 βασικές κατηγορίες σύμφωνα με την αναπηρία τους: άτομα με εγκεφαλική παράλυση, άτομα με κάκωση νωτιαίου μυελού, άτομα με ακρωτηριασμό, άτομα με πολιομυελίτιδα και η κατηγορία *les autres conditions*, η οποία περιλαμβάνει τη σκλήρυνση κατά πλάκας, την αχονδροπλασία – νανισμό, τη μυϊκή δυστροφία, τη ρευματοειδή αρθρίτιδα, την οστεοπόρωση και άλλες μορφές μυοσκελετικών παθήσεων. Το Σύστημα Κατηγοριοποίησης της κολύμβησης της IPC κατατάσσει τους αθλητές σε 10 κατηγορίες βάση της κινητικής τους λειτουργικότητας. Στον πίνακα 1 παρουσιάζονται τα λειτουργικά χαρακτηριστικά των κολυμβητών ανάλογα με την κατηγορία κατάταξης τους.

Όλοι οι αθλητές που πήραν μέρος στην έρευνα ήταν μέλη της Ελληνικής Εθνικής Ομάδας Κολύμβησης ατόμων με αναπηρία. Τα άτομα παρουσίαζαν μεγάλη ανομοιογένεια ως προς την αιτία εμφάνισης και τα αποτελέσματα της αναπηρίας. Συγκεκριμένα οι άντρες εμφάνιζαν: α) σπαστική τριπληγία, λόγω εμβολής αριστερού ημισφαιρίου (εγκεφαλικό θρομβοτικό επεισόδιο, από τη νόσο των δυτών τύπου II, β) σπαστική παραπάρεση (μερική παράλυση κάτω άκρων) λόγω εγκεφαλικής παράλυσης, γ) σπαστική παραπληγία, λόγω κάκωσης νωτιαίου μυελού στην αυχενική μοίρα, (μεταξύ 5<sup>ου</sup> και 6<sup>ου</sup> σπονδύλου) και δ) παραπληγία λόγω επενδυνόματος στο νωτιαίο μυελό, (μεταξύ του 12<sup>ου</sup> θωρακικού και 1<sup>ου</sup> ιερού σπονδύλου). Οι γυναίκες εμφάνιζαν: α) τετραπληγία, λόγω πολιομυελίτιδας και β) σπαστική παραπάρεση (μερική παράλυση κάτω άκρων), λόγω εγκεφαλικής παράλυσης. Οι άνδρες ήταν ηλικίας 39, 28, 46 και 30 ετών



αντίστοιχα ενώ οι γυναίκες 21 και 26 ετών. Ήταν αθλητές/τριες των αθλητικών συλλόγων της Θεσσαλονίκης «Θερμαϊκός», «Μέγας Αλέξανδρος» και «Φίλιππος».

**Πίνακας 1:** Χαρακτηριστικά κολυμβητών σύμφωνα με το Σύστημα Κατηγοριοποίησης της Διεθνούς Παραολυμπιακής Επιτροπής

ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ	Χαρακτηριστικά
S <sub>1</sub>	Σοβαρά προβλήματα συντονισμού στα 4 άκρα ή απουσία κίνησης στα κάτω άκρα και στον κορμό και στα άνω άκρα ή μόνο ελάχιστη κίνηση των ώμων.
S <sub>2</sub>	Κίνηση των άνω άκρων χωρίς κίνηση στην παλάμη, στα κάτω άκρα & τον κορμό.
S <sub>3</sub>	Τυπική κίνηση χεριάς κολύμβησης χωρίς κίνηση κάτω άκρων και κορμού. Σοβαρά προβλήματα συντονισμού στα 4 άκρα ή ακρωτηριασμό και στα 4 άκρα.
S <sub>4</sub>	Κίνηση άνω άκρων με μικρή αδυναμία στην παλάμη. Απουσία κίνησης στον κορμό και τα κάτω άκρα. Σοβαρά προβλήματα συντονισμού κυρίως στα κάτω άκρα ή ακρωτηριασμό στα 3 άκρα.
S <sub>5</sub>	Πλήρης κινητικότητα άνω άκρων αλλά απουσία κίνησης του κορμού και των κάτω άκρων. Προβλήματα συντονισμού στα 4 άκρα.
S <sub>6</sub>	Πλήρης κινητικότητα άνω άκρων και παλάμης με μικρή κινητικότητα κορμού αλλά καθόλου των κάτω άκρων. Ακρωτηριασμό στα 2 άκρα ίδιας πλευράς, αχονδροπλασία «νανισμός» έως 130cm γυναίκες- 137cm άνδρες. Συνήθως οι αθλητές αυτής της κατηγορίας περπατάνε.
S <sub>7</sub>	Πλήρης κινητικότητα άνω άκρων και κορμού αλλά με περιορισμένη κινητικότητα των κάτω άκρων. Προβλήματα συντονισμού ή αδυναμίας στην ίδια πλευρά του σώματος. Σοβαρός Ακρωτηριασμός στα δύο άκρα.
S <sub>8</sub>	Πλήρης κινητικότητα άνω άκρων και κορμού αλλά με περιορισμένη κινητικότητα των κάτω άκρων. Ακρωτηριασμός στα 2 άνω άκρα στο ύψος του αγκώνα ή στα 2 κάτω άκρα στο ύψος του γόνατος. Αθλητές με χρήση μόνο του ενός άνω άκρου.
S <sub>9</sub>	Σοβαρή αδυναμία στο ένα κάτω άκρο. Μικρά προβλήματα συντονισμού. Ακρωτηριασμός στο ένα άκρο. Συνήθως οι αθλητές κάνουν εκκίνηση από το βατήρα.
S <sub>10</sub>	Μικρή αδυναμία στα κάτω άκρα. Δυσμορφίες στα κάτω άκρα. Ακρωτηριασμό περιορισμένης έκτασης.

### Περιγραφή των οργάνων

Η καταγραφή της καρδιακής συχνότητας πραγματοποιήθηκε με καρδιοσυχνόμετρο Polar test-S<sub>610i</sub>, ενώ η μέτρηση της συγκέντρωσης του γαλακτικού στο αίμα έγινε φωτομετρικά με τον αναλυτή miniphotometer Dr. Lange M<sub>8</sub>. Η καταγραφή του χρόνου απόδοσης πραγματοποιήθηκε με ηλεκτρονικό χρονόμετρο χειρός, τύπου Zerox και ακρίβεια μέτρησης 1 sec.

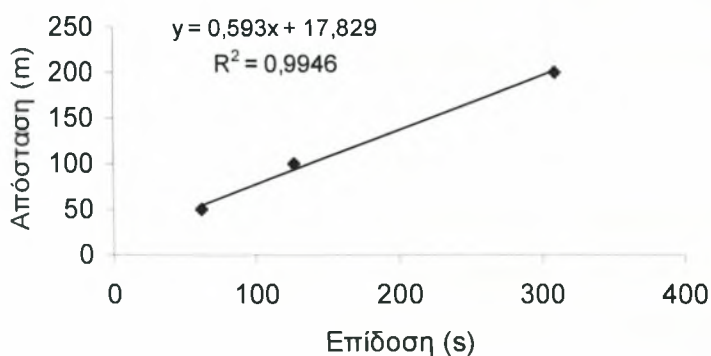
### Διαδικασία μέτρησης

Οι μετρήσεις πραγματοποιήθηκαν στο κολυμβητήριο «Ποσειδώνιο» της Θεσσαλονίκης σε πισίνα μήκους 50 μέτρων, όπου προπονούνται όλοι οι συμμετέχοντες. Πραγματοποιήθηκαν μετρήσεις σε τρεις χρονικές στιγμές της περιόδου προετοιμασίας: την 1<sup>η</sup>, 10<sup>η</sup> και τη 16<sup>η</sup> εβδομάδα. Πριν από κάθε διαδικασία προηγήθηκε η ίδια προθέρμανση από τον/την αθλητή/τρια.

Η διαδικασία της κάθε μέτρησης περιελάμβανε τρία στάδια:

α) πραγματοποιήθηκε καταγραφή του χρόνου επίδοσης των αθλητών/τριων στα 50, 100 και 200μ. ελεύθερης κολύμβησης με τη μέγιστη ένταση.

β) Η ερευνήτρια υπολόγισε την τιμή της κρίσιμης ταχύτητας για τον/την κάθε συμμετέχοντα/ουσα, βασιζόμενη στις ατομικές του/της επιδόσεις στις αποστάσεις των 50, 100 και 200μέτρων, από την εξίσωση της γραμμής τάσης, όπως φαίνεται στο Σχήμα 1.



Σχήμα 1: Εξίσωση Κρίσιμης ταχύτητας

Αν π.χ. για υποθετικούς χρόνους στις αποστάσεις 50μ., 100μ. και 200μ. είχαμε 62, 128 και 310 sec αντίστοιχα, τότε η εξίσωση της γραμμής τάσης δίνει την τιμή "y" της κρίσιμης ταχύτητας (0.593 m/s στο σχήμα). Στη συνέχεια με την εξίσωση  $V = S/T$  με  $S = 200\mu$ . ορίζεται ο χρόνος που πρέπει να έχει ως απόδοση ο/η αθλητής/τρια για την απόσταση των 200μ.

γ) μετά από τον προσδιορισμό της τιμής της κρίσιμης ταχύτητας για τον/την κάθε κολυμβητή/τρια, κολύμπησαν με την ταχύτητα αυτή την απόσταση των 200μ., κατά τη διάρκεια των οποίων έγινε καταγραφή της καρδιακής του/της συχνότητας και της συγκέντρωσης του γαλακτικού στο αίμα του/της. Η αιμοληψία πραγματοποιήθηκε κατά τη διάρκεια του πρώτου λεπτού από την ολοκλήρωση της προσπάθειας, από το δάκτυλο (10μl). Η καρδιακή συχνότητα καταγράφηκε πριν την έναρξη της προσπάθειας, στα 50μ., στα 100μ, στα 150 και στα 200μ.

Η διαδικασία αυτή διεξήχθη για τη μέτρηση της 1<sup>ης</sup> εβδομάδας σε 3 διαφορετικές προπονητικές μονάδες: στην πρώτη τα 50μ. και 100μ. με τη μέγιστη ταχύτητα, στη δεύτερη τα 200μ. με τη μέγιστη ταχύτητα. Στην τρίτη προπονητική μονάδα πραγματοποιήθηκε η μέτρηση της καρδιακής συχνότητας και του γαλακτικού, κατά τη διάρκεια και στο τέλος αντίστοιχα, της απόστασης των 200 μέτρων, όταν ο/η αθλητής/τρια διένυσε την απόσταση με ταχύτητα ίση με αυτή που αντιστοιχούσε στην «κρίσιμη ταχύτητά του/της».

Στις μετρήσεις που διεξήχθησαν τη 10<sup>η</sup> και τη 16<sup>η</sup> εβδομάδα η διαδικασία αυτή ήταν διάρκειας 4 ημερών (προπονητικές μονάδες). Οι τρεις πρώτες ήταν όπως περιγράφηκαν παραπάνω. Στην τέταρτη προπονητική μονάδα πραγματοποιήθηκε η μέτρηση της καρδιακής συχνότητας και του γαλακτικού, κατά τη διάρκεια και στο τέλος αντίστοιχα, της απόστασης των 200 μέτρων, όταν ο/η αθλητής/τρια διένυσε την απόσταση με ταχύτητα ίση με αυτή που αντιστοιχούσε στην «κρίσιμη ταχύτητά του/της» που υπολογίστηκε κατά τη διάρκειας της πρώτης μέτρησης την 1<sup>η</sup> εβδομάδα.

### **Προπονητική επιβάρυνση**

Πραγματοποιήθηκε καταγραφή των προγραμμάτων προπόνησης του κάθε αθλητή. Οι μετρήσεις διεξήχθησαν την περίοδο προετοιμασίας των αθλητών (Οκτώβριος – Ιανουάριος), κατά την οποία στόχος ήταν η ανάπτυξη των βασικών προϋποθέσεων σε ότι αφορά τη φυσική κατάσταση, την τεχνική και την τακτική για την επίτευξη υψηλών επιδόσεων. Το πρώτο μισό της περιόδου προετοιμασίας επικεντρώνεται στη βελτίωση της φυσικής κατάστασης και στο δεύτερο μισό αρχίζουν αυξανόμενες εντάσεις με

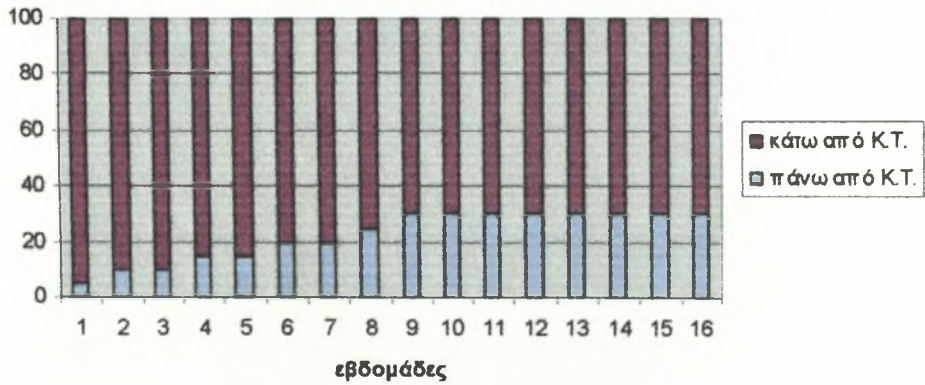




παράλληλη μείωση της ποσότητας της επιβάρυνσης (Martin, Carl & Lehnertz, 2000).

Οι προπονητές των αθλητών που συμμετείχαν στην έρευνα, ακολουθώντας αυτό το μοντέλο χρησιμοποίησαν κατά τη διάρκεια κάθε προπονητικής μονάδας για όλους τους αθλητές εντάσεις επιβάρυνσης από 35% μέχρι 55% της μέγιστης καρδιακής συχνότητας του κάθε αθλητή, προοδευτικά αυξανόμενα από την 1<sup>η</sup> μέχρι την 8<sup>η</sup> εβδομάδα προετοιμασίας και από 55% μέχρι 80% από την 9<sup>η</sup> μέχρι την 16<sup>η</sup> εβδομάδα. Ο προγραμματισμός των προπονητών έθετε ως στόχο το πανελλήνιο πρωτάθλημα κολύμβησης ατόμων με αναπηρία, τον μήνα Ιούλιο. Ο αριθμός των προπονητικών μονάδων ήταν ίδιος για όλους τους αθλητές, ανεξαρτήτου φύλου και κατηγορίας, καθώς οι προπονητές έκριναν ότι για την καλύτερη απόδοση του κάθε αθλητή ήταν απαραίτητες οι 5 προπονητικές μονάδες ανά εβδομάδα. Εξαίρεση αποτέλεσε ένα άτομο της κατηγορίας S<sub>5</sub>, το οποίο για προσωπικούς λόγους συμμετείχε σε 4 προπονητικές μονάδες αντί για 5 την εβδομάδα. Η κάθε προπονητική μονάδα για τις 5 πρώτες εβδομάδες είχε χρονική διάρκεια μίας ώρας ενώ σταδιακά μέχρι την 16<sup>η</sup> εβδομάδα έφτανε τις δύο ώρες. Η εξάσκηση των αθλητών περιοριζόνταν σε προπόνηση μόνο στο νερό.

Η αναλογία του ποσοστού της έντασης της προπόνησης ανά εβδομάδα σε σχέση με την κρίσιμη ταχύτητας (Κ.Τ.) φαίνεται στο σχήμα 2. Παρατηρείται σταδιακή αύξηση του ποσοστού της έντασης πάνω από την κρίσιμη ταχύτητα μέχρι την 9<sup>η</sup> εβδομάδα και σταθεροποίηση αυτού του ποσοστού μέχρι και την 16<sup>η</sup> εβδομάδα προπόνησης.



Σχήμα 2: Ποσοστιαία αναλογία του προπονητικού όγκου ανά εβδομάδα σε σχέση με την κρίσιμη ταχύτητα.



### **Σχεδιασμός της έρευνας**

Η ανεξάρτητη μεταβλητή της παρούσας έρευνας ήταν η χρονική στιγμή μέτρησης.

Οι εξαρτημένες μεταβλητές ήταν οι εξής:

α. καρδιακή συχνότητα β. γαλακτικό αίματος γ. κρίσιμη ταχύτητα

### **Στατιστική ανάλυση**

Για την αποδοχή ή την απόρριψη της μηδενικής υπόθεσης χρησιμοποιήθηκε το μη παραμετρικό τεστ Wilcoxon -2 related tests, καθώς τα εξαρτημένα δείγματα της έρευνας δεν ακολουθούν την κανονική κατανομή. Εξετάστηκαν οι διαφορές μεταξύ των τριών συνολικά μετρήσεων στις τιμές α. της κρίσιμης ταχύτητας, β. του γαλακτικού οξέος και γ. της καρδιακής συχνότητας. Το επίπεδο σημαντικότητας του τεστ ορίστηκε  $p < 0,05$ .

## ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

Στον Πίνακα 2 παρουσιάζονται τα στοιχεία των αθλητών (φύλο, ηλικία, όγκος προπόνησης και αγώνισμα). Ο μέσος όρος ηλικίας των ατόμων που έλαβαν μέρος στην έρευνα ήταν 31.6 ( $\pm 9.18$ ) χρόνια. Η ένταση της προπόνησης ήταν σε ποσοστό 5% πάνω από την ένταση της κρίσιμης ταχύτητας κατά τη διάρκεια της 1<sup>ης</sup> εβδομάδας της περιόδου προετοιμασίας και σταδιακά αυξήθηκε σε ποσοστό 30% μέχρι την 9<sup>η</sup> εβδομάδα, όπου και σταθεροποιήθηκε μέχρι και την 16<sup>η</sup> εβδομάδα προπόνησης. Ο όγκος προπόνησης (10-23Km) κατά την περίοδο προετοιμασίας τους ήταν ανάλογος με τη σοβαρότητα της αναπηρίας τους και όχι με το φύλο. Η επιλογή της απόστασης των αγωνισμάτων του/της κάθε αθλητή/τριας έγινε με κριτήριο την καλύτερη απόδοση, την ψυχολογική κατάστασή του/της και την τακτική των προπονητών τους. Αυτό/ά δεν σχετίζονταν από την κατηγορία και ηλικία του/της αθλητή/τριας.

**Πίνακας 2:** Στοιχεία αθλητών.

α/α	Φύλ.	Ηλικία	Κατηγ.	Ύψος (sm)	Βάρος (Kg)	Όγκος. Προπ.(km)/εβδομάδα	Αγώνισμα (m) Ελεύθερο
1	A	39	S4	179	79	18	50
2	A	28	S4	165	67	18	50
3	A	47	S2	178	80	10	50
4	A	32	S7	170	68	23	100-200
5	Γ	21	S2	172	77	10	50-100
6	Γ	26	S5	162	65	15	100-200
M.O. (SD)		31,6 $\pm$ 9,18		171 $\pm$ 6,8	72,67 $\pm$ 6,7	15,6 $\pm$ 5,08	

Στον Πίνακα 3 παρουσιάζονται αναλυτικά οι τιμές της κρίσιμης ταχύτητας και του γαλακτικού οξέος του κάθε αθλητή/τριας για τις τρεις μετρήσεις. Αναφορικά με τις τιμές της Κ.Τ. παρατηρείται ότι όσο πιο μεγάλη είναι η κατηγορία αναπηρίας (μικρότερος κινητικός περιορισμός) τόσο η τιμή «υ» της Κ.Τ. πλησιάζει κατά απόλυτη τιμή τη μονάδα. Η ίδια μεταβολή προς τη μονάδα, εμφανίζεται στις τιμές της Κ.Τ., μετά από κάθε περίοδο μέτρησης

για τον/την κάθε αθλητή/τρια, γεγονός που ερμηνεύεται από τη βελτίωση της απόδοσης στις αποστάσεις που χρησιμοποιήθηκαν. Μόνο μία αθλήτρια μείωσε την τιμή της κρίσιμης ταχύτητάς της. Οι τιμές του γαλακτικού παρουσιάζουν μικρή αλλά σταθερή μείωση σε κάθε μέτρηση.

Σημ. Η εξίσωση για τον υπολογισμό της τιμής «u» του κάθε αθλητή αναλυτικά για την κάθε μέτρηση παρουσιάζεται στο παράρτημα.

**Πίνακας 3:** Τιμές κρίσιμης ταχύτητας και γαλακτικού οξέος στις τρεις μετρήσεις.

A/ A	Κατ	«u» 1 <sup>ης</sup> μετ. (m/sec)	«u» 2 <sup>ης</sup> μετ. (m/sec)	«u» 3 <sup>ης</sup> μετ. (m/sec)	La <sub>1</sub> 1 mmo l/l	La <sub>1</sub> 2 Mmol /l)	La <sub>1</sub> 3 mm ol/l	La <sub>2</sub> mmo l/l	La <sub>3</sub> mmo l/l
1	S4	0,776	0,777	0,8176	14,3 8	8,59	7,32	8,6	7,9
2	S4	0,7497	0,8058	0,8301	9,08	7,09	7,12	6,58	7,79
3	S2	0,5257	0,5282	0,5424	9,95	8,32	7,2	8,4	7,39
4	S7	0,9452	0,9744	1,0095	8,41	6,43	8,3	7,58	7,1
5	S2	0,4216	0,4104	0,4179	8,79	8,15	5,3	7,99	6,12
6	S5	0,593	0,6761	0,7503	8,66	7,22	7,01	7,4	7,17
MO		<b>0,668</b>	<b>0,6951</b>	<b>0,7279</b>	<b>9,87</b>	<b>7,63</b>	<b>7,04</b>	<b>7,75</b>	<b>7,24</b>
S.D		<b>±</b> <b>0,1906<sup>b</sup></b>	<b>±</b> <b>0,2029<sup>a</sup></b>	<b>±</b> <b>0,2139</b>	<b>2,26</b>	<b>0,84</b>	<b>0,97</b>	<b>0,84</b>	<b>0,63</b>

«u»: κρίσιμη ταχύτητα στην πρώτη, δεύτερη και τρίτη μέτρηση αντίστοιχα. La<sub>1</sub>1, La<sub>1</sub>2 και La<sub>1</sub>3: συγκέντρωση γαλακτικού στην πρώτη, δεύτερη και τρίτη μέτρηση, κλυμπώντας με ταχύτητα ίση με την κρίσιμη ταχύτητα της πρώτης μέτρησης.

«<sup>a</sup>»: σημαντική διαφορά μεταξύ 2<sup>ης</sup> και 3<sup>ης</sup> μέτρησης

«<sup>b</sup>»: σημαντική διαφορά μεταξύ 1<sup>ης</sup> και 3<sup>ης</sup> μέτρησης

La<sub>2</sub>, La<sub>3</sub> συγκέντρωση γαλακτικού στη δεύτερη και τρίτη μέτρηση, κλυμπώντας με ταχύτητα ίση με την αντίστοιχη της μέτρησης κρίσιμη ταχύτητα.

Στον Πίνακα 4 παρουσιάζονται οι επιδόσεις των αθλητών, βάση των οποίων υπολογίστηκε η κρίσιμη ταχύτητα για τον κάθε αθλητή. Παρατηρείται σταθερή βελτίωση της επίδοσης των πέντε αθλητών/ριων για την κάθε μέτρηση με εξαίρεση μια αθλήτρια, η οποία παρουσίασε σημαντική αύξηση της επίδοσής της μεταξύ 1<sup>ης</sup> και 2<sup>ης</sup> μέτρησης. Αξίζει να σημειωθεί ότι η αντίστοιχη αύξηση της τιμής της κρίσιμης ταχύτητας δεν ήταν εξίσου σημαντική.

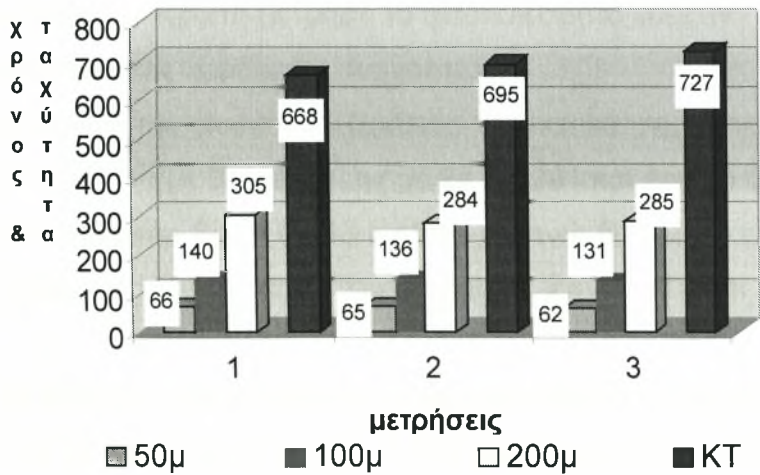
**Πίνακας 4:** Επιδόσεις αθλητών βάση των οποίων υπολογίστηκε η κρίσιμη ταχύτητα για τον κάθε αθλητή

α/α	1 <sup>η</sup> μέτρηση			2 <sup>η</sup> μέτρηση			3 <sup>η</sup> μέτρηση		
	50μ sec	100μ sec	200μ sec	50μ sec	100μ sec	200μ sec	50μ sec	100μ sec	200μ sec
1	49,8	112,23	242,67	49,5	110	242	47	106	230
2	57,1	119,42	256,2	55	112	240	51	108	231
3	86,13	178,9	371	83	162	363	80	158	353
4	36,04	86	194,1	35,8	80	188	34	77	181
5	104	218,68	459	110	225	474	108	219	465
6	62	128	310	57	127	200	53	120	253
<b>MO</b>	<b>65,86</b>	<b>140,53</b>	<b>305,49</b>	<b>65,05</b>	<b>136</b>	<b>284,5</b>	<b>62,16</b>	<b>131,3</b>	<b>285,5</b>
<b>S.D</b>	<b>24,94</b>	<b>48,90</b>	<b>96,60</b>	<b>26,85</b>	<b>51,11</b>	<b>111,6</b>	<b>27,02</b>	<b>50,32</b>	<b>104,7</b>

Για την επεξεργασία των αποτελεσμάτων διεξήχθη το μη παραμετρικό τεστ Wilcoxon (2 related tests). Αρχικά, εξετάστηκαν οι διαφορές μεταξύ των μετρήσεων (1<sup>ης</sup> και 2<sup>ης</sup> , 1<sup>ης</sup> και 3<sup>ης</sup>, 2<sup>ης</sup> και 3<sup>ης</sup>) στις τιμές της κρίσιμης ταχύτητας. Αναφορικά με την Κ.Τ. τα αποτελέσματα έδειξαν ότι:

- α. δε σημειώθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά στην τιμή της κρίσιμης ταχύτητας μεταξύ της 1<sup>ης</sup> και 2<sup>ης</sup> μέτρησης (z= 1,363 και Asymp.Sig = 0,173).
- β. σημειώθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά στην τιμή της κρίσιμης ταχύτητας μεταξύ της 2<sup>ης</sup> και 3<sup>ης</sup> μέτρησης (z= - 2,201 και Asymp.Sig = 0,028) όπως και μεταξύ της 1<sup>ης</sup> και 3<sup>ης</sup> μέτρησης ( z= -1,992 και Asymp.Sig = 0,046).

Επιδόσεις των ασκουμένων στα 50, 100, 200μ,  
η κρίσιμη ταχύτητα στις τρεις μετρήσεις



**Σχήμα 3:** Μέσοι όροι των επιδόσεων των ασκούμενων στα 50, 100, 200μ, και η κρίσιμη ταχύτητα στις τρεις μετρήσεις



Στο Σχήμα 3 φαίνεται ο μέσος όρος των επιδόσεων των ασκουμένων στα 50, 100, 200 μέτρα και ο μέσος όρος της κρίσιμης ταχύτητας στις τρεις μετρήσεις. Παρατηρείται βελτίωση 5,62% στα 50μ., 6,57% στα 100μ. και 6,55% στα 200μ. μεταξύ αρχικής και τελικής μέτρησης.

Με δεδομένο ότι οι μετρήσεις διεξήχθησαν την περίοδο προετοιμασίας των αθλητών (Οκτώβριος – Ιανουάριος), κατά την οποία στόχος ήταν η ανάπτυξη των βασικών προϋποθέσεων σε ότι αφορά τη φυσική κατάσταση και την τεχνική για την επίτευξη υψηλών επιδόσεων, πραγματοποιήθηκε σύγκριση μεταξύ των τιμών αφενός του γαλακτικού οξέος και αφετέρου της καρδιακής συχνότητας στις τρεις μετρήσεις, ώστε να διαπιστωθεί η επίδραση της προπόνησης στην αερόβια ικανότητα των ατόμων που έλαβαν μέρος στην έρευνα. Κατ' αυτόν τον τρόπο για την απόσταση των 200μ., την οποία οι αθλητές κολύπησαν με την ίδια ταχύτητα, πραγματοποιήθηκαν συγκρίσεις των τιμών της κάθε μέτρησης για την καρδιακή συχνότητα και το γαλακτικό οξύ:

α) με τη 2<sup>η</sup> και την 3<sup>η</sup> μέτρηση να είναι βασισμένες στην τιμή «υ» της Κ.Τ. που υπολογίστηκε για τον κάθε αθλητή στη διάρκεια της 1<sup>ης</sup> μέτρησης- (200μ με ίδια ταχύτητα για κάθε μέτρηση).

β) με τη 2<sup>η</sup> και την 3<sup>η</sup> μέτρηση να είναι βασισμένες στην τιμή «υ» της Κ.Τ. που υπολογίστηκε εκ νέου για τον κάθε αθλητή πριν την κάθε μέτρηση- (200μ με διαφορετική ταχύτητα για κάθε μέτρηση).

Για τις μετρήσεις που έγιναν βάση του χρόνου της κρίσιμης ταχύτητας που προέκυψε από την πρώτη μέτρηση τα αποτελέσματα έδειξαν:

α) για τις τιμές της καρδιακής συχνότητας:

1) τη χρονική στιγμή της εκκίνησης βρέθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ 1<sup>ης</sup> με 2<sup>ης</sup> και 1<sup>ης</sup> με 3<sup>ης</sup> μέτρησης με  $Z = -2,201$  και  $Asymp.Sig = 0,028$  και  $Z = -2,023$  και  $Asymp.Sig = 0,043$  αντίστοιχα, ενώ δε βρέθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ 2<sup>ης</sup> και 3<sup>ης</sup> μέτρησης με  $Z = -0,213$  και  $Asymp.Sig = 0,832$

2) στα 50μ. δε βρέθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά σε καμία από τις τρεις μετρήσεις (1<sup>η</sup> με 2<sup>η</sup> και 1<sup>η</sup> με 3<sup>η</sup> με  $Z = -1,782$  και  $Asymp.Sig = 0,75$  και 2<sup>η</sup> με 3<sup>η</sup> με  $Z = -0,318$  και  $Asymp.Sig = 0,750$ )

3) στα 100μ. βρέθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ 1<sup>ης</sup> με 2<sup>ης</sup> και 1<sup>ης</sup> με 3<sup>ης</sup> μέτρησης με  $Z = -2,201$  και  $Asymp.Sig = 0,028$  ενώ δε βρέθηκε



στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ 2<sup>ης</sup> και 3<sup>ης</sup> μέτρησης με  $Z = -0,425$  και  $Asymp.Sig = 0,671$

4) στα 150μ. βρέθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ όλων των μετρήσεων ( 1<sup>η</sup> με 2<sup>η</sup>, 2<sup>η</sup> με 3<sup>η</sup> και 1<sup>η</sup> με 3<sup>η</sup>) με  $Z = -2,201$  και  $Asymp.Sig = 0,028$ ,  $Z = -2,214$  και  $Asymp.Sig = 0,027$  και  $Z = -2,201$  και  $Asymp.Sig = 0,028$  αντίστοιχα

5) στα 200μ. βρέθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ όλων των μετρήσεων ( 1<sup>η</sup> με 2<sup>η</sup>, 2<sup>η</sup> με 3<sup>η</sup> και 1<sup>η</sup> με 3<sup>η</sup>) με  $Z = -2,201$  και  $Asymp.Sig = 0,028$ ,  $Z = -2,207$  και  $Asymp.Sig = 0,027$  και  $Z = -2,201$  και  $Asymp.Sig = 0,028$  αντίστοιχα ( το  $Asymp.Sig$  βασισμένο σε θετικές τιμές).

β) για τις τιμές του γαλακτικού οξέος στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ 1<sup>ης</sup> με 2<sup>ης</sup> και 1<sup>ης</sup> με 3<sup>ης</sup> μέτρησης με  $Z = -2,201$  και  $Asymp.Sig = 0,028$  ενώ δε βρέθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ 2<sup>ης</sup> και 3<sup>ης</sup> μέτρησης με  $Z = 0,943$  και  $Asymp.Sig = 0,345$ .

Για τις μετρήσεις που έγιναν βάση του χρόνου που προέκυπτε από τον υπολογισμό την νέας για την κάθε μέτρηση κρίσιμη ταχύτητα τα αποτελέσματα έδειξαν:

α) για τις τιμές της καρδιακής συχνότητας:

1) τη χρονική στιγμή της εκκίνησης βρέθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ 1<sup>ης</sup> με 2<sup>ης</sup> και 1<sup>ης</sup> με 3<sup>ης</sup> μέτρησης με  $Z = -2,023$  και  $Asymp.Sig = 0,043$  και  $Z = -2,032$  και  $Asymp.Sig = 0,042$  αντίστοιχα. Δε βρέθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ 2<sup>ης</sup> και 3<sup>ης</sup> μέτρησης με  $Z = -0,000$  και  $Asymp.Sig = 1,0$ .

2) στα 50μ. δε βρέθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ 1<sup>ης</sup> και 2<sup>ης</sup> μέτρησης με  $Z = -1,841$  και  $Asymp.Sig = 0,066$  ενώ βρέθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ 1<sup>ης</sup> με 3<sup>ης</sup> και 2<sup>ης</sup> με 3<sup>ης</sup> μέτρησης με  $Z = -2,201$  και  $Asymp.Sig = 0,028$  και  $Z = -2,023$  και  $Asymp.Sig = 0,043$  αντίστοιχα

3) στα 100μ. βρέθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ 1<sup>ης</sup> με 2<sup>ης</sup> και 1<sup>ης</sup> με 3<sup>ης</sup> μέτρησης με  $Z = -2,201$  και  $Asymp.Sig = 0,028$  ενώ δε βρέθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ 2<sup>ης</sup> με 3<sup>ης</sup> μέτρησης με  $Z = -1,572$  και  $Asymp.Sig = 0,116$

4) στα 150μ. βρέθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ όλων των μετρήσεων με  $Z = -2,023$  και  $Asymp.Sig = 0,043$  στην 1<sup>η</sup> με 2<sup>η</sup> μέτρηση και με  $Z = -2,201$  και  $Asymp.Sig = 0,028$  στην 2<sup>η</sup> με 3<sup>η</sup> και στην 1<sup>η</sup> με 3<sup>η</sup> μέτρηση.

5) στα 200μ. βρέθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ όλων των μετρήσεων ( 1<sup>η</sup> με 2<sup>η</sup>, 2<sup>η</sup> με 3<sup>η</sup> και 1<sup>η</sup> με 3<sup>η</sup>) με Z= - 2,023 και Asymp.Sig = 0,28, Z= - 2,201 και Asymp.Sig = 0,28 και Z= - 2,207 και Asymp.Sig = 0,27 αντίστοιχα (το Asymp.Sig βασισμένο σε θετικές τιμές).

**Πίνακας 5:** Τιμές καρδιακής συχνότητας κατά τη διάρκεια της κολύμβησης με ταχύτητα ίση με την κρίσιμη ταχύτητα.

Αθλητές		1	2	3	4	5	6	M.O.	S.D.
1 <sup>η</sup> Μέτρηση	Ηρεμία	110	112	95	137	139	90	113,83 <sup>a,b</sup>	20,54
	50μ.	150	155	120	160	160	115	143,33	20,41
	100μ.	175	170	140	168	168	136	159,50 <sup>a,b</sup>	16,89
	150μ.	195	190	163	180	170	155	175,5 <sup>a,b</sup>	15,60
	200μ.	200	193	168	200	195	165	<b>186,83<sup>a,b</sup></b>	<b>16,01</b>
2 <sup>η</sup> Μέτρηση	Ηρεμία	80	86	89	98	95	85	88,83	6,676
Υ Κρίσιμη ταχύτητα 1 <sup>ης</sup>	50μ.	100	121	130	125	129	110	119,17	11,85
	100μ.	150	140	135	140	152	123	140	10,56
	150μ.	148	149	160	152	155	141	150,83 <sup>c</sup>	6,494
	200μ.	152	152	161	162	153	140	<b>153,33<sup>c</sup></b>	<b>7,941</b>
3 <sup>η</sup> Μέτρηση	Ηρεμία	82	83	92	95	90	90	88,67	5,125
Υ Κρίσιμη ταχύτητα 1 <sup>ης</sup>	50μ.	106	117	127	128	121	113	118,67	8,454
	100μ.	142	138	139	142	148	125	139	7,694
	150μ.	145	142	155	147	152	140	146,83	5,776
	200μ.	146	141	150	145	150	132	<b>144</b>	<b>6,782</b>
2 <sup>η</sup> Μέτρηση	Ηρεμία	85	90	83	95	90	90	88,83 <sup>a,e</sup>	4,262
Υ Κρίσιμη ταχύτητα 2 <sup>ης</sup>	50μ.	112	125	120	126	130	115	121,33 <sup>e,f</sup>	6,91
	100μ.	150	147	137	142	150	126	142 <sup>a,e</sup>	9,317
	150μ	155	153	163	158	157	140	154,33 <sup>d,e,f</sup>	7,789
	200μ	162	160	168	170	159	142	<b>160,17<sup>d,e,f</sup></b>	<b>9,928</b>
3 <sup>η</sup> Μέτρηση	Ηρεμία	83	85	89	98	87	90	88,67	5,241
Υ Κρίσιμη ταχύτητα 3 <sup>ης</sup>	50μ.	109	124	115	120	130	113	118,50	7,714
	100μ.	130	137	132	140	139	135	135,5	3,937
	150μ.	135	139	132	142	142	139	138,17	3,971
	200μ.	137	136	145	143	140	138	<b>141,33</b>	<b>6,683</b>

«<sup>a</sup>»: σημαντική διαφορά μεταξύ 1<sup>ης</sup> και 2<sup>ης</sup> μέτρησης  
«<sup>b</sup>»: σημαντική διαφορά μεταξύ 1<sup>ης</sup> και 3<sup>ης</sup> μέτρησης  
«<sup>c</sup>»: σημαντική διαφορά μεταξύ 2<sup>ης</sup> και 3<sup>ης</sup> μέτρησης  
«<sup>d</sup>»: σημαντική διαφορά μεταξύ 1<sup>ης</sup> και 2<sup>ης</sup> μέτρησης(Κ.Τ. 2<sup>ης</sup>)  
«<sup>e</sup>»: σημαντική διαφορά μεταξύ 1<sup>ης</sup> και 3<sup>ης</sup> μέτρησης (Κ.Τ. 3<sup>ης</sup>)  
«<sup>f</sup>»: σημαντική διαφορά μεταξύ 2<sup>ης</sup> και 3<sup>ης</sup> μέτρησης(Κ.Τ. 2<sup>ης</sup> και Κ.Τ. 3<sup>ης</sup>)

β) για τις τιμές του γαλακτικού οξέος βρέθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ 1<sup>ης</sup> με 2<sup>ης</sup> και 1<sup>ης</sup> με 3<sup>ης</sup> μέτρησης με  $Z = -2,201$  και  $Asymp.Sig = 0,28$  ενώ δε βρέθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ 2<sup>ης</sup> και 3<sup>ης</sup> μέτρησης με  $Z = -1,153$  και  $Asymp.Sig = 0,249$  (το  $Asymp.Sig$  βασισμένο σε θετικές τιμές).

Στον πίνακα 5. παρουσιάζονται αναλυτικά οι τιμές της καρδιακής συχνότητας του κάθε αθλητή σε όλες τις μετρήσεις. Παρατηρείται κατά μέσο όρο σημαντική μείωσή της σε όλες της χρονικές στιγμές της προσπάθειας. Σε δύο άτομα στις τιμές ηρεμίας κατά τη διάρκεια της πρώτης μέτρησης παρουσιάστηκε ιδιαίτερα υψηλή Κ.Σ. Αντίστοιχα, παρατηρείται μια δυσαναλογία στις τιμές της Κ.Σ. σε σχέση με την ταχύτητα επίδοσης μεταξύ των δύο μετρήσεων που αποτελούν την τελική τρίτη μέτρηση.

Οι επιδόσεις των αθλητών/τριων στην απόσταση των 200μ., όταν πραγματοποιήθηκαν οι μετρήσεις της Κ.Σ, παρουσιάζονται στον πίνακα 6. Παρατηρώντας τις τιμές της Κ.Σ. όταν οι αθλητές κολύμπησαν με ταχύτητα ίση με την τιμή της κρίσιμης ταχύτητας της πρώτης μέτρησης βλέπουμε τη διαφορά μεταξύ των μετρήσεων. Στην τρίτη μέτρηση η τιμή της Κ.Σ. είναι χαμηλότερη από την αντίστοιχη της δεύτερης και της πρώτης. Ο χρόνος που έκαναν την απόσταση των 200μ κολυμπώντας με την κρίσιμη ταχύτητα της 3<sup>ης</sup> μέτρησης αν και ήταν μικρότερος από τον αντίστοιχο της δεύτερης η καρδιακή συχνότητα ήταν πολύ μικρότερη.

**Πίνακας 6:** Επιδόσεις αθλητών/τριων στην απόσταση των 200μ. (κρίσιμη ταχύτητα) και η καρδιακή συχνότητα.

ΑΘΛΗΤΕΣ	1	2	3	4	5	6	MO S.D	Κ.Σ.
Χρόνος sec τεστ 200μ 1 <sup>η</sup> μέτ.	254,58	269,2	374,8	199,3	460,15	317,3	312,55 93,54	186,83 16,01
Χρόνος sec τεστ 200μ 2 <sup>η</sup> μέτ.	253,1	269,8 4	375,12	199,09	459,58	317,49	312,37 93,58	153,33 7,94
Χρόνος sec τεστ 200μ 3 <sup>η</sup> μέτ.	253,21	269,5 2	375,23	199,8	459,85	317,08	312,44 93,52	144 6,78
Χρόνος sec τεστ 200μ 2 <sup>η</sup> μετ. (vcrit 2 <sup>ης</sup> μετ)	256,5	267,2	380,55	209,4	473,15	335,5	320,38 96,34	160,17 9,92
Χρόνος sec τεστ 200 3μετ (vcrit 3 <sup>ης</sup> μετ)	245,1	239,8	368,1	198,75	478,2	266,3	299,37 104,32	141,33 6,68

## ΣΥΖΗΤΗΣΗ

Η κολύμβηση είναι ένα άθλημα με το οποίο ο άνθρωπος αρχίζει να γυμνάζεται συστηματικά από μικρή ηλικία. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα οι κολυμβητές να επιτυγχάνουν τις μεγάλες τους επιδόσεις κατά την περίοδο της εφηβείας και στα πρώτα χρόνια της ενηλικίωσής τους. Λίγοι είναι αυτοί που συνεχίζουν μετά την ηλικία των 30 χρόνων (Fina, 2007) καθώς οι φυσιολογικές ικανότητες που αποκτώνται με την προπονητική διαδικασία μειώνονται με την πάροδο της ηλικίας. Πιο συγκεκριμένα η αερόβια ικανότητα και η μυϊκή δύναμη των άνω άκρων είναι πλήρως ανεπτυγμένες στα 20 χρόνια, διατηρούνται μέχρι τα 30 στο ίδιο επίπεδο ενώ μετά την ηλικία των 30 ελαττώνονται, με ποσοστό μείωσης 1% κάθε χρόνο. Ταυτόχρονα, μειώνονται τα επίπεδα των ορμονών στο αίμα που παίζουν ρόλο στη γρήγορη ανασύνθεση του μυϊκού ιστού και βαθμιαία το άτομο χάνει πολλές μυϊκές ίνες κυρίως ταχείας συστολής (Αυλωνίτου, 2000).

Σε αντίθεση με τα παραπάνω δεδομένα που ισχύουν στους κολυμβητές χωρίς αναπηρία οι αθλητές που έλαβαν μέρος στην παρούσα έρευνα, όπως και η πλειονότητα των κολυμβητών με αναπηρία, που συμμετείχαν σε Παραολυμπιακούς Αγώνες - Παγκόσμια πρωταθλήματα (IPC, 2006) ήταν μεγαλύτεροι σε ηλικία ( $31,6 \pm 9,18$  ετών). Αυτό ερμηνεύεται από το γεγονός ότι για πολλούς η αναπηρία είναι επίκτητη, η οποία προκύπτει στην ηλικία των 35.9 χρόνων (National Spinal Cord Injury Statistical Center, 2003). Η πλειονότητα των επίκτητων αναπηριών σχετίζεται με εργατικά, τροχαία ατυχήματα, με τον άσχημο τρόπο διαβίωσης, το κάπνισμα και την κακή διατροφή και τις αναπηρίες που προκαλούν οι καρδιοεγκεφαλικές παθήσεις (Ευρωπαϊκό Κοινοβούλιο- Ευρωπαϊκό Έτος για τα Άτομα με Αναπηρίες, 2003). Ο χρόνος θεραπείας, αποδοχής της νέας κατάστασης και εξάσκησης, που μεσολαβεί μέχρι να πετύχουν τη μεγάλη τους επίδοση και να συμπεριληφθούν στην εθνική ομάδα ανεβάζει το όριο ηλικίας τους.

Στην παρούσα εργασία οι μετρήσεις διεξήχθησαν την περίοδο προετοιμασίας των κολυμβητών, κατά την οποία η προπόνηση

επικεντρώθηκε στη βελτίωση της αερόβιας ικανότητας. Η ένταση της επιβάρυνσης, που κυμάνθηκε από 35- 75% της ΜΚΣ, ήταν στα ίδια επίπεδα με εκείνη των αθλητών χωρίς αναπηρία στην αντίστοιχη περίοδο (Martin et al., 2000), ενώ ο όγκος της προπόνησής τους ήταν μικρότερος (Dompier, 2001). Συγκεκριμένα, στους αρτιμελείς αθλητές υψηλού επιπέδου σε περίοδο προετοιμασίας ο όγκος της προπόνησης κυμαίνεται από 30-36Km ανά εβδομάδα, ενώ στην παρούσα έρευνα ο αντίστοιχος όγκος, που είχε άμεση σχέση με τους περιορισμούς που έθετε η αναπηρία τους, ήταν κατά μέσο όρο  $15,6 \pm 5,08$  Km.

Οι προπονητές των αθλητών πίστευαν ότι για την καλύτερη απόδοσή τους ήταν απαραίτητες οι 5 προπονητικές μονάδες ανά εβδομάδα, στις οποίες συμμετείχαν όλοι, ανεξάρτητα από το φύλο και την κατηγορία. Η διαπίστωση αυτή δε συμφωνεί με το συμπέρασμα των Pelayo, Sidney, Moreto, Wille και Chollet (1999), οι οποίοι υποστήριξαν ότι ο μέσος όρος του όγκου προπόνησης και των προπονητικών μονάδων ανά εβδομάδα, σε όλη τη διάρκεια της κολυμβητικής περιόδου, ήταν υψηλότερος στους άντρες σε σύγκριση με τις γυναίκες της ίδιας κατηγορίας. Εξαίρεση στην παρούσα έρευνα αποτέλεσε ένα άτομο της κατηγορίας S<sub>5</sub>, το οποίο για προσωπικούς λόγους συμμετείχε μόνο σε 4 προπονητικές μονάδες, με αποτέλεσμα ο όγκος της προπόνησής του να είναι περίπου ίσος με τον αντίστοιχο αθλητών με μεγαλύτερους περιορισμούς. Διαπιστώθηκε ότι η σοβαρότητα της αναπηρίας καθορίζει σε μεγάλο βαθμό και την απόσταση που διαγωνίζονται οι αθλητές. Αυτοί που ανήκαν στις κατηγορίες S<sub>2</sub>, και S<sub>4</sub>, αγωνίζονταν στα 50μ. ελεύθερο, ενώ αυτοί των S<sub>5</sub>, και S<sub>7</sub>, στα 100 και 200μ. ελεύθερο.

Στην παρούσα μελέτη εξετάστηκε η επίδραση του προγράμματος προπόνησης 16 εβδομάδων, κατά τη φάση της περιόδου προετοιμασίας των κολυμβητών με κινητικές αναπηρίες, στην κρίσιμη ταχύτητα, στη συγκέντρωση γαλακτικού στο αίμα και στην καρδιακή συχνότητα. Οι Pelayo και συν. (2000), υποστήριξαν ότι η βελτίωση της κρίσιμης ταχύτητας σε κολυμβητές χωρίς αναπηρία συνδέεται με τη βελτίωση της ταχύτητας, της αντοχής στην ταχύτητα και κατ' επέκταση της ειδικής αντοχής του κάθε αθλητή. Στα πρώτα στάδια όλων των προπονητικών περιόδων παρατηρείται σταθερή και μικρή βελτίωση της τιμής της KT ενώ υπάρχει σημαντική βελτίωση στα επόμενα στάδια καθιστώντας με αυτό τον τρόπο την KT ως ένα



πολύ ευαίσθητο εργαλείο μέτρησης της προπονητικής διαδικασίας (Peak Performance Subscribe, 2005). Η σχέση αυτή επαληθεύτηκε και στην παρούσα έρευνα, γιατί σημειώθηκε σημαντική βελτίωση της τιμής της ΚΤ μεταξύ πρώτης και τρίτης, δεύτερης και τρίτης μέτρησης και όχι μεταξύ πρώτης και δεύτερης. Ωστόσο αξίζει να σημειωθεί ότι η μεταβολή της τιμής της ΚΤ δεν αντανακλά τη βελτίωση που παρατηρήθηκε στις επιδόσεις των αθλητών στις αποστάσεις των 50, 100 και ιδιαίτερα των 200 μέτρων, ως αποτέλεσμα της επίδρασης του προγράμματος εξάσκησης. Με αυτά τα δεδομένα αποδεικνύεται ότι παρόλο που η κρίσιμη ταχύτητα αποτελεί δείκτη της λειτουργίας του αερόβιου συστήματος, δεν καθιστά δυνατή την ακριβή αποτίμηση της αναερόβιας ικανότητας.

Αναφορικά με τη μεταβολή της τιμής της ΚΤ δεν παρατηρήθηκε ιδιαίτερα σημαντική επίδραση κάποιας από τις 3 αποστάσεις κολύμβησης που χρησιμοποιήθηκαν για τον υπολογισμό της. Παρατηρήθηκε σχεδόν το ίδιο ποσοστό βελτίωσης των επιδόσεών τους και στις τρεις αποστάσεις. Οι χρόνοι στους οποίους παρουσίασαν μεγαλύτερη βελτίωση ήταν αυτοί των 100 και 200m. Αυτό ερμηνεύεται από την περίοδο που πραγματοποιήθηκε η έρευνα. Κατά την περίοδο προετοιμασίας δίνεται ιδιαίτερη προσοχή στη βελτίωση της αερόβιας ικανότητας και της τεχνικής. Οι αποστάσεις των 100 και 200m είναι για τους κολυμβητές με αναπηρία περισσότερο αερόβια δραστηριότητα παρά αναερόβια. Αναφορικά με τις πηγές ενέργειας σε αγώνες κολύμβησης, σε αποστάσεις σε χρόνο έως και 107sec υπάρχει ποσοστιαία μεγαλύτερη συμμετοχή του αναερόβιου συστήματος ενώ σε αποστάσεις πάνω από 107 ως και 466sec υπάρχει ποσοστιαία μεγαλύτερη συμμετοχή του αερόβιου συστήματος (Μούγιος, 1996).

Η παραγωγή του γαλακτικού και η συγκέντρωσή του στους μύες συνδέεται άμεσα με την ένταση της άσκησης. Όταν μάλιστα ο ρυθμός παραγωγής του ξεπερνάει αυτόν της οξειδωσής του, τότε ένα ποσοστό του διαχέεται από το μυϊκό ιστό στο αίμα. Η αύξηση του γαλακτικού στο αίμα σχετίζεται με την αύξηση των ιόντων υδρογόνου τα οποία οδηγούν σε μυϊκή κόπωση και περιορισμό του ποσοστού παραγωγής ATP (Αυλωνίτου, 2000; Τοκμακίδης, 1995). Στην παρούσα έρευνα διαπιστώθηκε μείωση στις τιμές του γαλακτικού για την ίδια ένταση της άσκησης ως αποτέλεσμα των προσαρμογών του οργανισμού τους στο πρόγραμμα εξάσκησης. Τα αποτελέσματα αυτά



συμφωνούν με την άποψη των Anderson & Froberg, (1980) για τους αθλητές χωρίς αναπηρία αλλά και του Chatard, (1999) για αθλητές με αναπηρία. Μελέτες αναφέρουν μείωση του γαλακτικού σε αθλητές με παραπληγία, μετά από 7 εβδομάδες συμμετοχής τους σε προπονητικό πρόγραμμα αερόβιας άσκησης με χειροεργόμετρο (Sedlock, Fitzgerald, Knowlton & Schneider, 1983; Sedlock et al., 1988). Η διαφορά στις τιμές του γαλακτικού από τις μετρήσεις που πραγματοποιήθηκαν την έβδομη και δωδέκατη εβδομάδα εξάσκησης δεν ήταν στατιστικά σημαντική. Η ίδια σχέση παρατηρήθηκε και στην παρούσα έρευνα αφού διαπιστώθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά στη συγκέντρωση γαλακτικού μεταξύ της πρώτης και δεύτερης, πρώτης και τρίτης μέτρησης αλλά όχι μεταξύ δεύτερης και τρίτης. Η μελέτη των αποτελεσμάτων έδειξε ότι οι τιμές του γαλακτικού τόσο στην αρχική όσο στην ενδιάμεση και τελική μέτρηση ήταν υψηλότερες από τις αντίστοιχες των κολυμβητών χωρίς αναπηρία (Inbar, 1996). Στο ίδιο συμπέρασμα κατέληξαν και οι Pelayo et al., (1995), που αναφέρουν ότι η διαφορά στις τιμές συγκέντρωσης του γαλακτικού μεταξύ των κολυμβητών με και χωρίς κινητικές αναπηρίες ήταν στατιστικά σημαντική κατά τη διάρκεια δοκιμασιών αερόβιας και αναερόβιας ικανότητας.

Οι υψηλές τιμές του γαλακτικού σε σύγκριση με τους αθλητές χωρίς αναπηρία, σε αντίστοιχες επιβαρύνσεις αποδίδονται στη μικρότερη σε όγκο ενεργή μυϊκή μάζα, που έχουν οι αθλητές με κινητικές αναπηρίες και στη μειωμένη αιμάτωση των μυών τους (Chatard, 1999). Όταν η αιμάτωση των μυών είναι μηδαμινή ή μειωμένη, η απομάκρυνση δεν επιτυγχάνεται με αποτέλεσμα να δημιουργείται αυτόματα ανισορροπία (συσσώρευση γαλακτικού) (Roach & Wood, 1994). Το ποσό συσσώρευσης του γαλακτικού εξαρτάται από το ρυθμό απόσυρσής του από τους μύες, η οποία είναι μεγαλύτερη στα άτομα με καλή φυσική κατάσταση (Τοκμακίδης, 1995).

Ωστόσο οι Schmid et al., (1998), υποστήριξαν ότι σε αθλητές με παραπληγία, κάκωση κάτω από το επίπεδο του  $\Theta_5$ , οι τιμές συγκέντρωσης του γαλακτικού καθώς και της καρδιακής συχνότητας δεν παρουσίαζαν στατιστικά σημαντική διαφορά από τις αντίστοιχες τιμές των αρτιμελών αθλητών κατά τη διάρκεια αερόβιας δοκιμασίας στο χειροεργόμετρο. Παρόμοια ήταν τα ευρήματα στις τιμές του όγκου παλμού των Davis και Shephard (1990), κατά τη διάρκεια μετρήσεων στο χειροεργόμετρο ατόμων με

και χωρίς αναπηρία. Το γεγονός αυτό ερμηνεύεται από το γεγονός ότι οι μύες των άνω άκρων είναι τις περισσότερες φορές καλύτερα αναπτυγμένοι στα άτομα με παραπληγία από ότι στα άτομα χωρίς προβλήματα στα κάτω άκρα. Αντίστοιχα ευρήματα - αναφορικά με το ποσοστό συγκέντρωσης του γαλακτικού - παρουσιάστηκαν και σε άλλες έρευνες, οι οποίες επιχείρησαν να δώσουν μια σαφή εικόνα για τις φυσιολογικές προσαρμογές των αθλητών με κακώσεις νωτιαίου μυελού (Bhambhani, 2002; Vinet et al., 1997).

Προσδιοριστικό ρόλο στον καθορισμό της έντασης της προπόνησης για βελτίωση της αερόβιας ικανότητας, με σημείο αναφοράς τα ενεργειακά συστήματα, έχει η καρδιακή συχνότητα. Οι Van Loan, McCluer, Lofin & Boileau (1987), επεσήμαναν ότι τα άτομα με τετραπληγία, κάκωση στην αυχενική μοίρα ή μέχρι το 4<sup>ο</sup> θωρακικό νεύρο, παρουσιάζουν χαμηλότερα επίπεδα μέγιστης καρδιακής συχνότητας σε σύγκριση με τους αρτιμελείς. Αυτό εξηγείται από τη φθορά ή την απουσία της συμπαθητικής οδού, της μειωμένης διαθέσιμης σε λειτουργία μυϊκής μάζας και γενικά τη χαμηλότερη μεταβολική συχνότητα που χαρακτηρίζει τα άτομα με τετραπληγία. Σύμφωνα με τον μαθηματικό υπολογισμό του Miller (1995), το ανώτερο και κατώτερο όριο της καρδιακής συχνότητας για την προαγωγή της αερόβιας ικανότητας όταν ασκείται μόνο το άνω τμήμα του σώματος είναι 152 και 108 παλμοί/λεπτό αντίστοιχα για τα άτομα αυτής της ηλικίας. Οι κολυμβητές που συμμετείχαν στην παρούσα έρευνα άγγιξαν τα ανώτερα όρια της καρδιακής συχνότητας κατά τη 2<sup>η</sup> και 3<sup>η</sup> μέτρηση. Η απόκλιση που σημειώθηκε στις τιμές της 1<sup>ης</sup> μέτρησης ερμηνεύεται από τη χρονική περίοδο που διεξήχθη η συγκεκριμένη μέτρηση. Η μείωση της καρδιακής συχνότητας, όταν ο αθλητής κολυμπάει τη συγκεκριμένη απόσταση με την ίδια ταχύτητα αποδίδεται στο γεγονός ότι η προπόνηση επιφέρει μείωση της ροής του αίματος στους εργαζόμενους μύες κατά τη διάρκεια υπομέγιστης άσκησης. Αυτό συμβαίνει γιατί είτε χρειάζονται λιγότερες μυϊκές ίνες για να εκτελέσουν το ίδιο έργο μετά από προπόνηση είτε γιατί ο μυς προσαρμόζεται να παίρνει πιο πολύ οξυγόνο από το υπάρχον αίμα που ρέει (Αυλωνίτου, 2000).

Ο Laskin (2001), υποστήριξε ότι οι προσαρμογές στην καρδιακή συχνότητα και το γαλακτικό, σε αθλητές με διάφορες μορφές κινητικών αναπηριών ως αποτέλεσμα της συμμετοχής τους σε πρόγραμμα άσκησης, που αποσκοπούσε στη βελτίωση της αερόβιας ικανότητας και της δύναμης,

παρατηρήθηκαν από τη 10<sup>η</sup> - 15<sup>η</sup> εβδομάδα. Σε άλλη έρευνα (Sedlock et al., 1988), αποδείχθηκε ότι η μείωση της καρδιακής συχνότητας και του γαλακτικού σημειώθηκε σε αθλητές με παραπληγία μόνο μετά την έβδομη εβδομάδα συμμετοχής σε προπονητικό πρόγραμμα αερόβιας άσκησης με χειροεργόμετρο. Ο χρόνος που σημειώθηκε στην παρούσα έρευνα η στατιστικά σημαντική βελτίωση στους δείκτες του γαλακτικού και της καρδιακής συχνότητας συμφωνεί απόλυτα με τα συμπεράσματα των παραπάνω ερευνητών.

Όσον αφορά στις μεταβολές των τιμών της καρδιακής συχνότητας κατά τη διάρκεια της προσπάθειας των 200μ. παρατηρούμε άνοδο μέχρι τα 100μ. και στη συνέχεια μια σταδιακή σταθεροποίησή της ως το τέλος της προσπάθειας. Παρόμοια λειτουργική προσαρμογή παρουσιάζεται σε αρτιμελείς αθλητές κολύμβησης σε προσπάθειες έως και 800μ. σε υπομέγιστη ένταση (Αυλωνίτου, 2000), όπου οι αντίστοιχες μεταβολές των τιμών της καρδιακής συχνότητας παρατηρούνται με άνοδο της Κ.Σ. ως τη χρονική στιγμή των 200μ. ενώ η σταδιακή σταθεροποίηση της πραγματοποιείται από τα 200 έως τα 800μ. Αντίστοιχες μεταβολές εμφανίζονται σε κωπηλάτες υψηλού επιπέδου σε 6λεπτη υπομέγιστη προσπάθεια με κωπηλατοεργόμετρο (Κλεισούρας, 1992).

Συνοψίζοντας, από τα αποτελέσματα φάνηκε ότι το πρόγραμμα άσκησης των κολυμβητών με κινητικές αναπηρίες είχε θετική επίδραση στην αερόβια ικανότητά τους, όταν αυτή αξιολογήθηκε με τη μέτρηση της κρίσιμης ταχύτητας, της καρδιακής συχνότητας και της συγκέντρωσης του γαλακτικού στο αίμα τους. Η μέτρηση της καρδιακής συχνότητας και του γαλακτικού είναι πιο ευαίσθητες μέθοδοι αξιολόγησης της βελτίωσης της αερόβιας ικανότητας από την κρίσιμη ταχύτητα κατά την πρώτη περίοδο της εξάσκησης.



## ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Η μελέτη των αποτελεσμάτων έδειξε ότι το πρόγραμμα άσκησης των κολυμβητών με κινητικές αναπηρίες είχε θετική επίδραση στην αερόβια ικανότητά τους, όταν αυτή αξιολογήθηκε με τη μέτρηση της καρδιακής συχνότητας και της συγκέντρωσης του γαλακτικού στο αίμα τους. Η καρδιακή συχνότητα και το γαλακτικό αποδείχθηκε ότι είναι πολύ ευαίσθητες μέθοδοι αξιολόγησης της επίδρασης της προπόνησης στους κολυμβητές με κινητικές αναπηρίες.

Οι τιμές του γαλακτικού σε όλες τις μετρήσεις ήταν υψηλότερες από τις αντίστοιχες των κολυμβητών χωρίς αναπηρία (Inbar, 1996) ενώ η καρδιακή συχνότητα κυμάνθηκε στα ίδια επίπεδα με αυτούς (Laskin, 2001).

Η αξιολόγηση της κρίσιμης ταχύτητας των κολυμβητών έδειξε ότι αυτή δεν αυξήθηκε σημαντικά, όταν επαναξιολογήθηκε κατά τη δέκατη εβδομάδα συμμετοχής τους στο πρόγραμμα προετοιμασίας τους. Αντίθετα αποδείχτηκε ότι είναι ένα αξιόπιστο, ευαίσθητο εργαλείο μέτρησης των αποτελεσμάτων της προπονητικής διαδικασίας όταν ο χρόνος άσκησης είναι μεγαλύτερος από 10 εβδομάδες.

### ***Πρακτική εφαρμογή***

Τα αποτελέσματα της παρούσας έρευνας υποστηρίζουν την εφαρμογή του μοντέλου της κρίσιμης ταχύτητας στους κολυμβητές με κινητικές αναπηρίες αγωνιστικής κολύμβησης, υπό την προϋπόθεση ότι αυτή αξιολογείται σε βάθος χρόνου. Με αυτή τη μέθοδο καθίσταται πιο εύκολη η αξιολόγηση της αερόβιας ικανότητας των κολυμβητών με αναπηρία, χωρίς παρέμβαση στα ίδια τα άτομα - π.χ. αιμοληψία, συλλογή εκπνεόμενου αέρα - γεγονός που συνεπάγεται τη μείωση της ταλαιπωρίας που συνήθως υπόκεινται από αυτές τις διαδικασίες λόγω των ατομικών τους φυσικών περιορισμών.

Το κόστος της μεθόδου αυτής είναι μηδαμινό καθώς ο απαιτούμενος εξοπλισμός περιορίζεται σε ένα ηλεκτρονικό χρονόμετρο χειρός, γεγονός που

την καθιστά επιλέξιμη μέθοδο από τους προπονητές προκειμένου ν' αξιολογούν την αποτελεσματικότητα του προγράμματος προπόνησης που εφαρμόζουν στη φυσική κατάσταση των κολυμβητών με κινητικές αναπηρίες.

Η γνωριμία με την εφαρμογή του μοντέλου της κρίσιμης ταχύτητας πιθανά να αποτελέσει σημαντικό κίνητρο για έρευνα από τους συλλόγους των αθλητών με αναπηρία, οι οποίοι στερούνται υλικοτεχνικής υποδομής και επιστημονικής κατάρτισης. Με αυτή τη μέθοδο αξιολόγησης της αερόβιας ικανότητας θα μπορούν να πραγματοποιήσουν αυτόνομα οι ίδιοι παρόμοιες μετρήσεις σε όλους του αθλητές τους, με απώτερο σκοπό να πετύχουν το καλύτερο δυνατό αποτέλεσμα διαμορφώνοντας τα προγράμματά τους ανάλογα με την επίδραση που θα έχουν αυτά στους αθλητές τους.

### **Προτάσεις**

Ο μικρός αριθμός των κολυμβητών, οι οποίοι μάλιστα παρουσιάζουν διαφορετικής σοβαρότητας περιορισμούς, όπως και η μικρή περίοδος εξάσκησης, αποτελούν περιοριστικούς παράγοντες στη γενίκευση των συμπερασμάτων της παρούσας έρευνας. Γι' αυτό προτείνεται η πραγματοποίηση έρευνας με μεγαλύτερο δείγμα κολυμβητών με κινητικές αναπηρίες, το οποίο να παρουσιάζει μεγαλύτερη ομοιογένεια και να περιλαμβάνει όλες τις κατηγορίες των αθλητών (S1- S10).

Χρήσιμα συμπεράσματα θα μπορούσαν να παρουσιάσουν αντίστοιχες έρευνες σε κολυμβητές με αναπηρία ανεξάρτητα από το επίπεδο των επιδόσεών τους.

Προτείνεται, ακόμη, η πραγματοποίηση μετρήσεων στην αγωνιστική και στη μεταβατική περίοδο προπόνησης των κολυμβητών, ώστε να εξαχθούν πιο ασφαλή συμπεράσματα σχετικά με τους δείκτες που αξιολογήθηκαν.

Η εγκυρότητα και η αξιοπιστία της μεθόδου της κρίσιμης ταχύτητας θα μπορούσε να ερευνηθεί και στα υπόλοιπα αθλήματα των ατόμων με κινητικές αναπηρίες ώστε να υποστηριχθεί επιστημονικά η εφαρμογή ή μη της μεθόδου αυτής.

Παράλληλα με τις μετρήσεις της καρδιακής συχνότητας και του γαλακτικού οξέος προτείνεται η αξιολόγηση περισσότερων μεταβλητών (π.χ. η συνολική παραγωγή του διοξειδίου του άνθρακα κατά την άσκηση, η

συγκέντρωση γλυκόζης και ελεύθερων λιπαρών οξέων στο αίμα) για να προκύψουν περισσότερα ασφαλή συμπεράσματα.



## BIBΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Anderson, B. & Froberg, K. (1980). Maximal oxygen uptake and lactate concentration in highly trained and normal boys during puberty. *Acta Physiologica Scandinavica*, 105, 37-45.
- Arabi, H., Vandewalle, H., Kapitaniak, B. & Monod, H. (1999). Evaluation of wheelchair users in the field and in laboratory: Feasibility of progressive tests and critical velocity tests. *International Journal of Industrial Ergonomics*, 24, 483-491.
- Arabi, H., Sid- Ali, B., Vandewalle, H. & Monod, H. (1993). Comparisons centre les relations distance- temps record en course a pied et en fautcuil roulant, In Arabi, H., Vandewalle, H., Kapitaniak, B. & Monod, H. (1999), Evaluation of wheelchair users in the field and in laboratory: Feasibility of progressive tests and critical velocity tests. *International Journal of Industrial Ergonomics*, 24, 483-491.
- Arellano, R., Brown, P., Cappaert, J. & Nelson, R. (1994). Analysis of 50m, 100m and 200m freestyle swimmers at the 1992 Olympic games. *Journal of Applied Biomechanics*, 10, 189-199.
- Αυλωνίτου, Ε. (2000). *Αθλητικές επιδόσεις στην κολύμβηση*. Εκδ. College of Sciences Press, Αθήνα.
- Bax M. (1964). Terminology and classification of cerebral palsy. *Developmental Medicine and Child Neurology*, 6, 295-7.
- Beneke, R., Heck, H., Schwarz, V. & Leitthausen, R. (1996). Maximal lactate steady state during the second decade of age. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 28, 1474-1478.
- Bhambhani, Y. (2002). Physiology of wheelchair racing in athletes with spinal cord injury. *Sports Medicine*, 32(1), 23-51.
- Bhambhani, Y.N., Holland, L.J. & Steadward, R.D. (1992). Maximal aerobic power in cerebral palsied wheelchair athletes: validity and reliability. In Laskin J. (2001), *Physiological adaptations to concurrent muscular strength and aerobic endurance training in functionally active adults with a physical disability*. Doctoral dissertation, Faculty of Physical Education And Recreation, Edmonton, Alberta.
- Bhambhani, Y.N., Eriksson, P. & Steadward, R.D. (1991). Reliability of peak physiological responses during wheelchair ergometry in persons with



spinal cord injury. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 72, 559 - 562.

Bonen, A., Wilson B.A., Yarkony, M. & Belcastro, A.N. (1980). Maximal oxygen uptake during free, tethered and flume swimming. *Journal of Applied Physiology*, 48, 232-235.

Bulbulian, R., Jeong, J.W. & Murphy, M. (1996). In Papoti M., Zagatto A.M., Barbosa de Freitas P., Cunha S.A., Martins L.E.B. & Gobatto C.A. (2005). Use of y-intercept in the evaluation of the anaerobic fitness and performance prediction of trained swimmers. *Rev.Bras Med Esport*, 11(2), 124-128.

Γκουτζιαμάνη, Κ. (1993). *Παιδιά με ειδικές εκπαιδευτικές ανάγκες*, Αυτοέκδοση, Αθήνα.

Chatard, J. (1999). Swimming: Physiology in disabled. Laboratoire de Physiologie GIP exercice, Faculte de medicine de Saint- Etienne, France. [www.elsevier.fr](http://www.elsevier.fr)

Chou, C.S. (2004). The effect of different critical velocity percentage on VO<sub>2</sub>, HR, LA during aerobic training in swimmers. Graduate Institute of Physical Education. <http://ethesys.ntcpe.edu.tw>

Costil, D.L., Kovaleski J., Porter, D., Kirwan, J., Fielding, R. & King D. (1985). Energy expenditure during frond crawl swimming: Predicting success distance events. *International Journal of Sports Medicine*, 6(5), 220-270.

Coutts, K.D. & McKenzie, D.C. (1995). Ventilatory thresholds during wheelchair exercise in individuals with spinal cord injuries. In Laskin J. (2001), *Physiological adaptations to concurrent muscular strength and aerobic endurance training in functionally active adults with a physical disability*. Doctoral dissertation, Faculty of Physical Education and Recreation, Edmonton, Alberta.

Davis, G.M. & Shephard, R.J. (1990). Strength training for wheelchair users. *British Journal of Sports Medicine*, 24(1), 25-30.

Dekerle, J., Sidney, M., Hespel, J. & Pelayo, P. (2002). Validity and reliability of critical stroke rate and anaerobic capacity in relation to front crawl swimming performances. *International Journal of Sports Medicine*, 23(2), 93-98.

Dekerle, J., Pelayo P., Hespel, J.M., Ringard, D. & Sindney, M. (1999). Determination of critical speed and anaerobic capacity in relation to front crawl swimming performances, *International Scientific Conference on Kinesiology, Zagreb*, 261-263.

- Denadai, B., Greco, C. & Teixeira, M. (2000). Blood lactate response and critical speed in swimmers aged 10-12 years of different standards. *Journal of Sports Science*, 18(10), 779-784. [www.findarticles.com](http://www.findarticles.com)
- Dompier, T. (2001). Strength training for disabled athletes. Michigan State University, Disability sports. <http://edweb6.educ.msu.edu/kin86>
- Dresen, M.H.W., De Groot, G., Menor, J.R.M. & Bouman, L.N. (1985). Aerobic energy expenditure of handicapped children after training. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 66, 302-306. [www.findarticles.com](http://www.findarticles.com)
- Εθνική Αθλητική Ομοσπονδία Ατόμων με Αναπηρίες, (2004). [www.eaomamea.gr](http://www.eaomamea.gr)
- Ελληνική Κολυμβητική Ομοσπονδία, (2006). [www.koe.org.gr](http://www.koe.org.gr)
- Ευρωπαϊκό Κοινοβούλιο- Ευρωπαϊκό Έτος για τα Άτομα με Αναπηρίες, (2003). [www.europarl.europa.eu](http://www.europarl.europa.eu)
- Eriksson, B. & Saltin, B. (1974). Muscle metabolism during exercise in boys aged 11-16 years compared to adults. *Acta Paediatrica Belgica*, 28, 257-265. [www.findarticles.com](http://www.findarticles.com)
- Fernandez, J.E. & Piteta, K.H. (1993). Training of ambulatory individuals with cerebral palsy. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 74, 468 - 472. [www.findarticles.com](http://www.findarticles.com)
- Ferrara, M. & Laskin, J.J. (1997). Cerebral palsy. In J.L. Durstine (Ed.), *ACSM's exercise management for persons with chronic diseases and disabilities* (pp.206-211). Champaign, IL: Human Kinetics. <http://books.google.com/books>
- Figoni, S.F. (1993). Exercise responses and quadriplegia. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 25(4), 433-441.
- Filipatou E., Toubekis A., Douda H., Pilianidis T., Tokmakidis S. (2006). Lactate and heart rate responses during swimming at 95% and 100% of the critical velocity in children and young swimmers. J.P. Vilas-Boas, F. Alves, A. Marques (eds), *Biomechanics and Medicine in Swimming X, Portuguese journal of Sport Sciences*, 6, Supl. 2, 132-134, Porto, Portugal.
- Fina – Federation Internationale De Natation, (2007). [www.fina.org](http://www.fina.org)
- Greco, C., Bianco, A., Gomide, E. & Denadai, B. (2002). Validity of the critical speed to determine blood lactate response and aerobic performance in swimmers aged 10-15 years. *Science and Sports*, 17(6), 306-308. [www.elsevier.fr](http://www.elsevier.fr)

- Henschen, K., Horvat, M. & Roswal, G. (1992). Psychological profiles of the United States wheelchair basketball team. *International Journal of Sport Psychology*, 23, 128-137.
- Hjeltnes, N. (1984). Control of medical rehabilitation of para- and tetraplegics by repeated evaluation of endurance capacity. *International Journal of Sports Medicine*, 5, 171-174.
- Holland, L.J., Bhambhani, Y.N., Ferrara, M.S. & Steadward, R.D. (1994). Reliability of the maximal aerobic power and ventilatory threshold in adults with cerebral palsy. In Laskin J. (2001), *Physiological adaptations to concurrent muscular strength and aerobic endurance training in functionally active adults with a physical disability*. Doctoral dissertation, Faculty of Physical Education And Recreation, Edmonton, Alberta.
- Holland, L.J. & McCubbin, J. (1994). Reliability of concentric and eccentric muscle testing of adults with cerebral palsy. *Adapted Physical Activity Quarterly*, 1, 261 -274.
- Inbar, O. (1996). Development of anaerobic power and local muscular endurance. *Journal of Sports Medicine*, 6(5), 42-53.
- International Paralympic Committee – IPC, (2006). [www.ipcswimming.org](http://www.ipcswimming.org)
- Jacobs, I. (1986). Blood lactate. Implications for training and sports performance, *Sports Medicine*, 3, 10-25.
- Kara, M., Gokbel, H. & Bediz, C.S. (1999). A combined method for estimating ventilatory threshold. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 39(1), 16-19.
- Κλεισούρας, Β. (1992). *Εργοφυσιολογία. Φυσιολογική βάση της μυϊκής προσπάθειας*. Εκδ. Συμμετρία. Αθήνα.
- Κοκαρίδας, Δ. (2003). *Η κολύμβηση για άτομα με ειδικές ανάγκες*, Εκδ. Χριστοδουλίδη, Θεσσαλονίκη.
- Κυπυρούς, Β. (2000). *Υποβρύχιες καταδύσεις*. Εκδ. Δημοκρίτειο Πανεπιστήμιο Θράκης, Κομοτηνή.
- Laskin, J. (2001). *Physiological adaptations to concurrent muscular strength and aerobic endurance training in functionally active adults with a physical disability*. Doctoral dissertation, Faculty of Physical Education And Recreation, Edmonton, Alberta.
- Lundberg, A. (1975). Mechanical efficiency in bicycle ergometer work of young adults with cerebral palsy. In Laskin J. (2001), *Physiological adaptations to concurrent muscular strength and aerobic endurance training in functionally active adults with a physical disability*. Doctoral

dissertation, Faculty of Physical Education and Recreation, Edmonton, Alberta.

Martin, D., Carl, K. & Lehnertz, K. (2000). *Εγχειρίδιο προπονητικής, η σύνδεση της θεωρίας με την πράξη*. Επιμ. Ταξιλδάρης Κ., Γούργουλης Β., Εκδ. Αλφάβητο, Κομοτηνή.

Martin, L. & Whyte, G. (2000). Comparison of critical swimming velocity and velocity at lactate threshold in elite triathletes. *International Journal of Sports Medicine*, 21(5), 366-368.

McArdle, D., Katch, F.I. & Katch, V.L. (2001). *Η φυσιολογία της άσκησης*. Επιμ. Κλεισούρας, Β., Εκδ. Πασχαλίδη, Τόμος Ι, Αθήνα.

Millar, A.L. & Ward, G.R. (1983). Physiological monitoring during intensive training of Canadian national track wheelchair athletes. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 15, 181-182. [www.findarticles.com](http://www.findarticles.com)

Miller, P. D. (1995). *Fitness Programming and Physical Disability*. Champaign IL. Human Kinetics.

Mountain, A. (1996). *The diver's handbook*. <http://books.google.com/books>

Μούγιος, Β. (1996). *Βιοχημεία της Άσκησης*. Εκδ. Μούγιος, Θεσσαλονίκη.

National Spinal Cord Injury Statistical Center (2003). Birmingham, Alabama. [www.spinalcord.uab.edu](http://www.spinalcord.uab.edu)

Νόμος 2817/2000 (ΦΕΚ 78 τ.Α'), Εκπαίδευση των ατόμων με ειδικές εκπαιδευτικές ανάγκες και άλλες διατάξεις. [www.et.gr](http://www.et.gr)

National Spinal Cord Injury Statistical Center, (2003). [www.spinalcord.uab.edu](http://www.spinalcord.uab.edu)

Papoti, M., Zagatto, A.M., Barbosa de Freitas P., Cunha, S.A., Martins L.E.B. & Gobatto, C.A. (2005). Use of y-intercept in the evaluation of the anaerobic fitness and performance prediction of trained swimmers. *Rev.Bras Med Esport*, 11(2), 124-128.

Peak Performance Subscribe (2005). Critical swim speed: this reliable test of aerobic capacity is non- invasive and easy to do. [www.pponline.co.uk](http://www.pponline.co.uk)

Pelayo, P., Dekerle J., Delaporte B., Gosse, N. & Sidney, M. (2000). Critical speed & critical stroke rate could be useful physiological and technical criteria for coaches to monitor endurance performance in competitive swimmers. Universite de Lille2, France. [www.findarticles.com](http://www.findarticles.com)

Pelayo, P., Sidney, M., Moreto, P., Wille, F. & Chollet, D. (1999). Strokking parameters in top level swimmers with a disability. *Physical Fitness and Performance*, 31(12), 1839-1843.



- Pelayo, P., Moretto, P., Robin, H., Sidney, M., Gerbeaux, M., Latour, M. & Lavoie, J.M. (1995). Adaptation of maximal aerobic and anaerobic tests for disabled swimmers. *European Journal of Applied Physiology*, 71, 512-517.
- Ready, A.E. (1984). Response of quadriplegic athletes to maximal and submaximal exercise. *Physiotherapy Canada*, 36(3), 124-154. [www.findarticles.com](http://www.findarticles.com)
- Roach, R. & Wood, S. (1994). *Sports Medicine and Wheelchair Athlete*. <http://books.google.com/books>
- Rodríguez, F.A., Moreno, D. & Saavedra, J.M. (2002). Is critical swimming velocity a valid indicator of aerobic endurance in age- group and young swimmers? <http://coachesinfo.com/files/swimming/wssc2002>
- Schmid, A., Huonker, M., Aramendi, J.F., Klüppel, E., Barturen, J.M., Grathwohl, D., Schmidt-Trucksäß, A., Berg, A. & Keul, J. (1998). Heart rate deflection compared to 4 mmol·l<sup>-1</sup> lactate threshold during incremental exercise and to lactate during steady-state exercise on an arm-cranking ergometer in paraplegic athletes. *European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology*, 78(2), 177-182.
- Sedlock, D., Knowlton, R. & Fitzgerald, P. (1988). The effects of arm crank training on the physiological responses to sub maximal wheelchair ergometry. *European Journal of Applied Physiology*, 57, 55-59.
- Sedlock, D.A., Fitzgerald, P.I., Knowlton, R.G. & Schneider, D.A. (1983). The transfer of the cardiovascular effects of arm cranking to sub maximal wheelchair ergometry. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 15, 182-190.
- Smith, C., Norris, S. & Hogg, J. (2002). Performance evaluation of swimmers, scientific tools. *Sports Medicine*, 32(9), 539-554.
- Soares, S., Vilar, S., Bernado, C., Campos, A., Fernandes, R. & Vilas-Boas J.P. (2003). Using data from the critical velocity regression line for the estimation of anaerobic capacity in infant and adult swimmers. *Revista Portuguesa de Ciencias do Desporto*. [www.fcdef.up.pt](http://www.fcdef.up.pt)
- Stegmann, H., Kindermann, W. & Schnabel, A. (1981). Lactate kinetics and individual anaerobic threshold. *International Journal of Sports Medicine*, 2, 160-165.
- Takahashi, S., Wakayoshi, K., Nagasawa, S., Sakaguchi, Y. & Kitagawa, K. (2002). A simplified method for determination of critical swimming velocity as a swimming fatigue threshold for sprinters and distance swimmers. <http://coachesinfo.com/files/swimming/wssc2002>



- Τοκμακίδης, Σ. (1995). Το γαλακτικό οξύ δεν προκαλεί μυϊκό κάματο. *Άθληση και κοινωνία*, 10, 30-40.
- Τοκμακίδης, Σ. & Δούδα, Ε. (2001). Φυσιολογικές λειτουργίες και αναερόβια προπόνηση κατά την παιδική ηλικία. *Φυσική αγωγή, Αθλητισμός, Υγεία*. 10-11, 140- 152.
- Τουμπέκης Α., Ταχταλής Θ., Τοκμακίδης Σ. (2005). Η Κρίσιμη ταχύτητα ως πρακτικός δείκτης στην προπόνηση νεαρών κολυμβητών. Οργάνωση του Αθλητισμού, *Περιοδικό των αθλητικών επιστημών*. 3(1-2), 35-43.
- Toubekis, A.G., Tsami, A.P. & Tokmakidis, S. P. (2004). Critical velocity and lactate threshold in young swimmers. *International Journal of Sports Medicine*, 27, 117–123.
- Toussaint, H.M., Wakayoshi, K., Hollander, A.P. & Ogita, F. (1998). Simulated front crawl swimming performance related to critical speed and critical power. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 30(1), 144-151.
- Troup, A.P., Hollander, D., Strasse, S.W., Trappe, J.M. & Cappaert, T.A. (Trappe eds.), (1996). Biomechanics and Medicine in Swimming VII. E & FN Spon, London. <http://coachsci.sdsu.edu>
- Υπουργείο Εθνικής Παιδείας και Θρησκευμάτων, (2001). [www.yppeph.gr](http://www.yppeph.gr).
- Van-Loan, M.D., McCluer, S., Lofin, J.M. & Boileau, R.A. (1987). Comparison of physiological responses to maximal arm exercise among able bodied, paraplegics and quadriplegics. *Paraplegia*, 397- 405.
- Vinet, A., Gallais, D., Bernard, P.L., Poulain, M., Varray, A., Mercier, J. & Micallef, P. (1997). Aerobic metabolism and cardioventilatory responses in paraplegic athletes during an incremental wheelchair exercise. *European Journal of Applied Physiology*, 76, 455-461.
- Wakayoshi, K., Yoshida, T., Udo, M., Harada, T., Moritani, T., Mutoh, Y. & Miyashita, M. (1993). Does critical swimming velocity represent exercise intensity at maximal lactate steady state? *European Journal of Applied Physiology*, 66, 90- 95.
- Wakayoshi, K., Ikuta, K., Yoshida, T., Udo, M., Moritany, T., Mutoh, Y. & Miyashita, M. (1992). The determination and validity of critical speed as swimming performance index in the competitive swimmer. *European Journal of Applied Physiology*, 64, 153-157.
- Wakayoshi, K., Yoshida, T., Udo, M., Kasai, T., Moritani, T., Mutoh, Y. & Miyashita, M. (1992). A simple method of determining critical speed as swimming fatigue threshold in competitive swimming. *International Journal of Sports Medicine*, 13, 367-371.

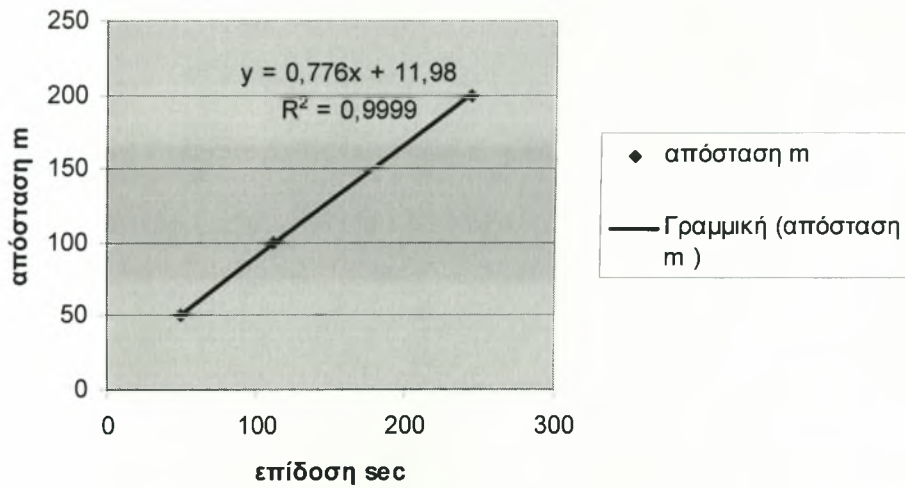
Winnick, J.P. & Short, F.X. (1991). A comparison of the physical fitness of no retarded and mild mentally retarded adolescents with cerebral palsy. *Adapted physical Activity Quarterly*, 8, 43-56.

## ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

### ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΚΡΙΣΙΜΗΣ ΤΑΧΥΤΗΤΑΣ «γ»

Πίνακας 1. Επιδόσεις 1<sup>ης</sup> μέτρησης για τον αθλητή 1 .

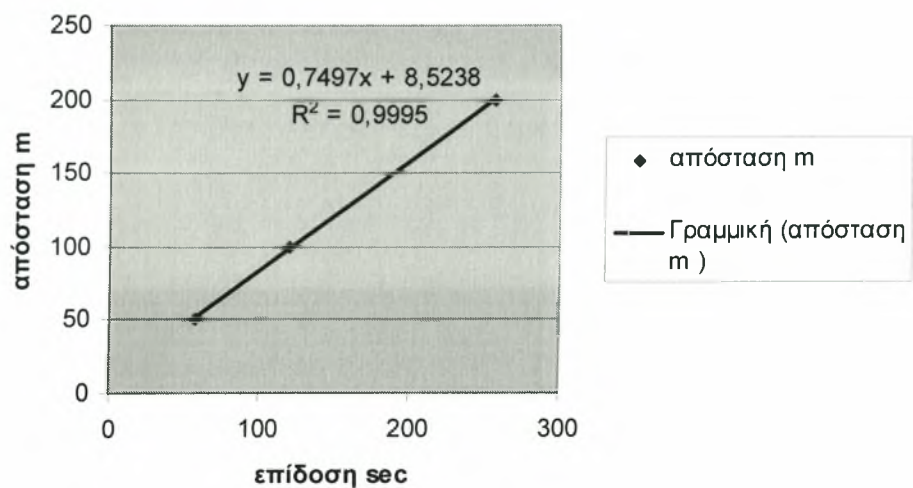
Επίδοση sec	Απόσταση m
49,8	50
112,23	100
242,67	200



Σχήμα 1. Εξίσωση ΚΤ 1<sup>ης</sup> μέτρησης για τον αθλητή 1.

Πίνακας 2. Επιδόσεις 1<sup>ης</sup> μέτρησης για τον αθλητή 2.

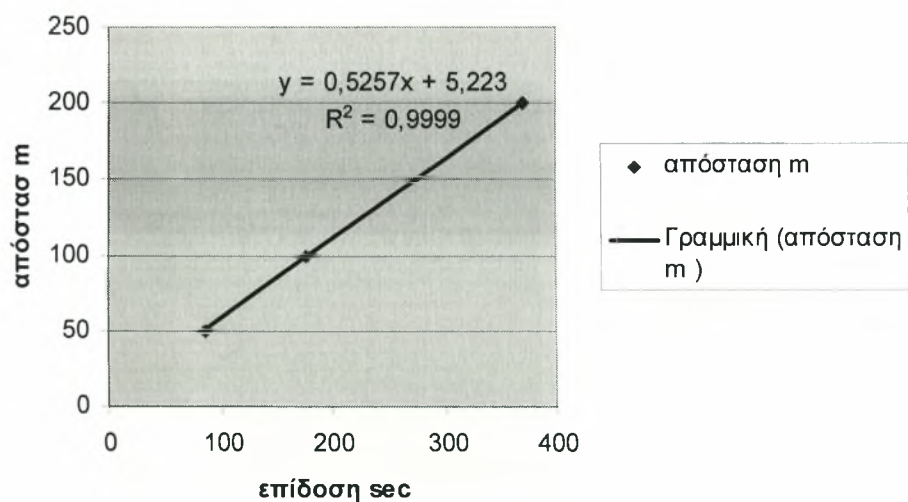
Επίδοση sec	Απόσταση m
57,1	50
119,42	100
256,2	200



Σχήμα 2. Εξίσωση ΚΤ 1<sup>ης</sup> μέτρησης για τον αθλητή 2.

Πίνακας 3. Επιδόσεις 1<sup>ης</sup> μέτρησης για τον αθλητή 3.

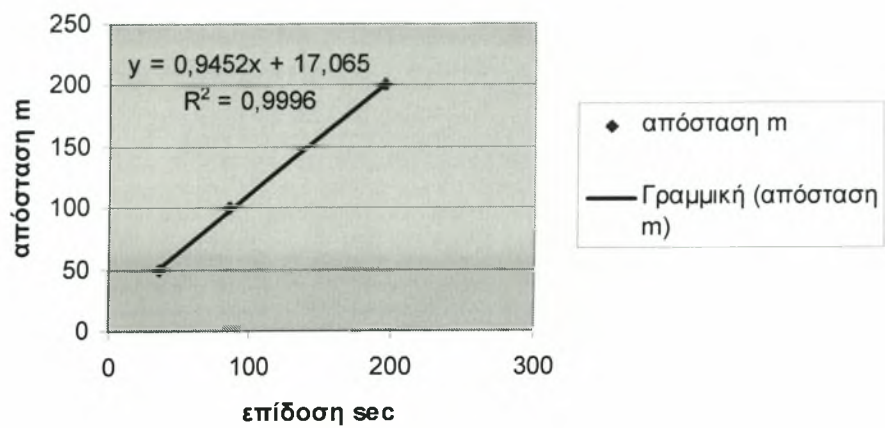
Επίδοση sec	απόσταση m
86,13	50
178,9	100
371	200



Σχήμα 3. Εξίσωση ΚΤ 1<sup>ης</sup> μέτρησης για τον αθλητή 3.

Πίνακας 4. Επιδόσεις 1<sup>ης</sup> μέτρησης για τον αθλητή 4.

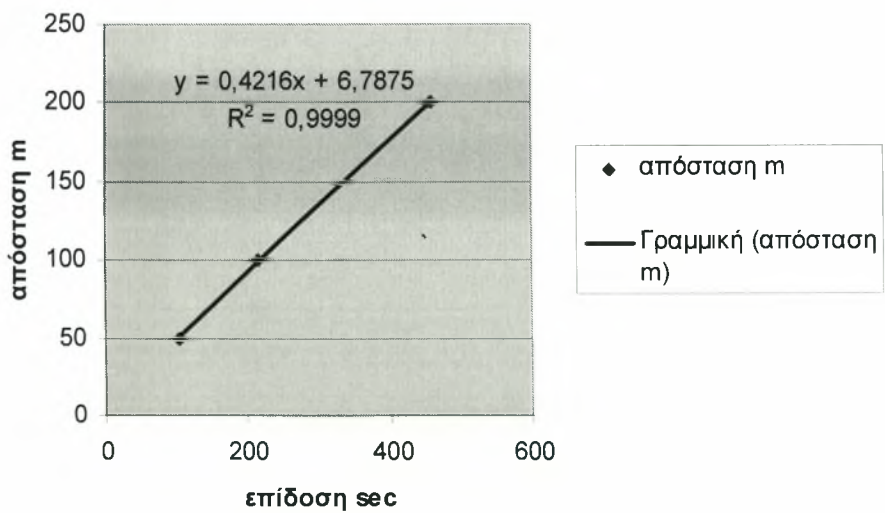
Επίδοση sec	απόσταση m
36,04	50
86	100
194,1	200



Σχήμα 4. Εξίσωση ΚΤ 1<sup>ης</sup> μέτρησης για τον αθλητή 4.

Πίνακας 5. Επιδόσεις 1<sup>ης</sup> μέτρησης για την αθλήτρια 5.

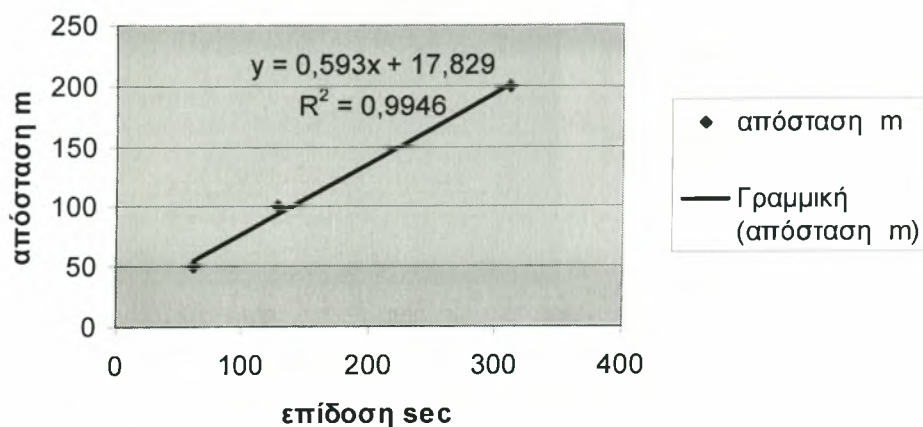
Επίδοση sec	απόσταση m
104,1	50
218,68	100
459	200



Σχήμα 5. Εξίσωση ΚΤ 1<sup>ης</sup> μέτρησης για την αθλήτρια 5.

Πίνακας 6. Επιδόσεις 1<sup>ης</sup> μέτρησης για την αθλήτρια 6.

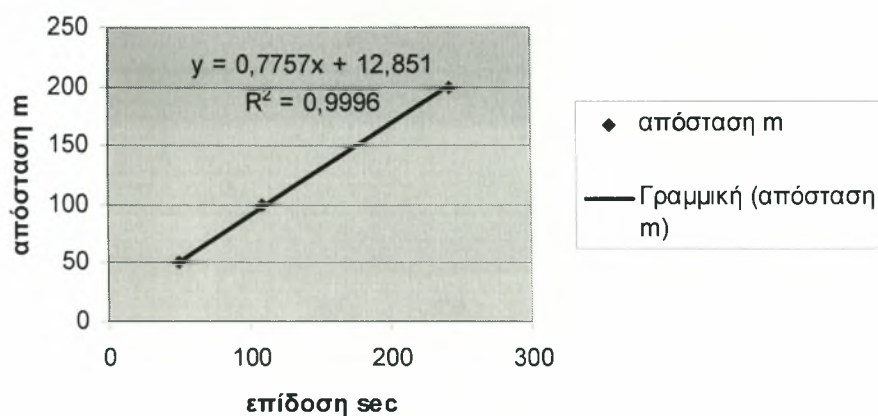
Επίδοση sec	Απόσταση m
62	50
128	100
310	200



Σχήμα 6. Εξίσωση ΚΤ 1<sup>ης</sup> μέτρησης για την αθλήτρια 6.

Πίνακας 7. Επιδόσεις 2<sup>ης</sup> μέτρησης για τον αθλητή 1.

επίδοση sec	απόσταση m
49,5	50
110	100
242	200

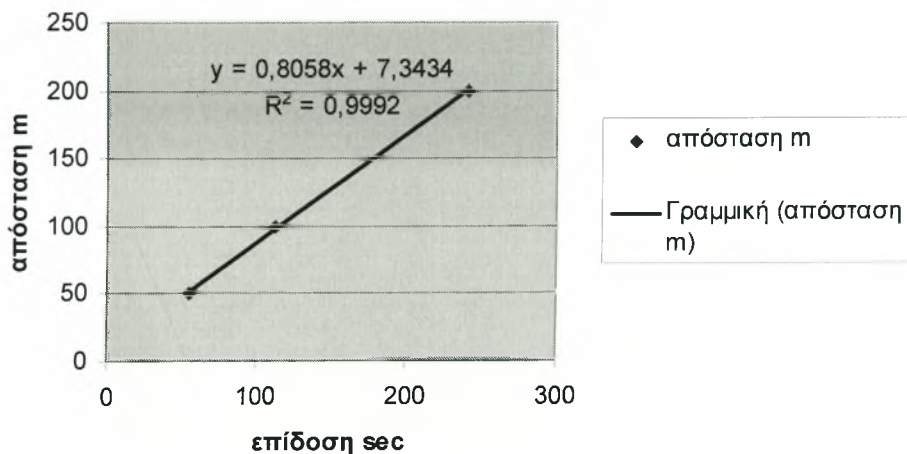


Σχήμα 7. Εξίσωση ΚΤ 2<sup>ης</sup> μέτρησης για τον αθλητή 1.



Πίνακας 8. Επιδόσεις 2<sup>ης</sup> μέτρησης για τον αθλητή 2.

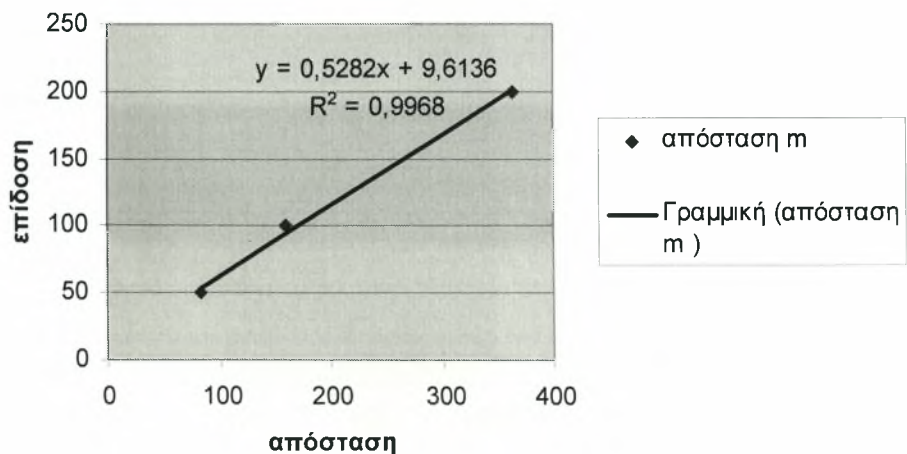
επίδοση sec	απόσταση m
55	50
112	100
240	200



Σχήμα 8. Εξίσωση ΚΤ 2<sup>ης</sup> μέτρησης για τον αθλητή 2.

Πίνακας 9. Επιδόσεις 2<sup>ης</sup> μέτρησης για τον αθλητή 3.

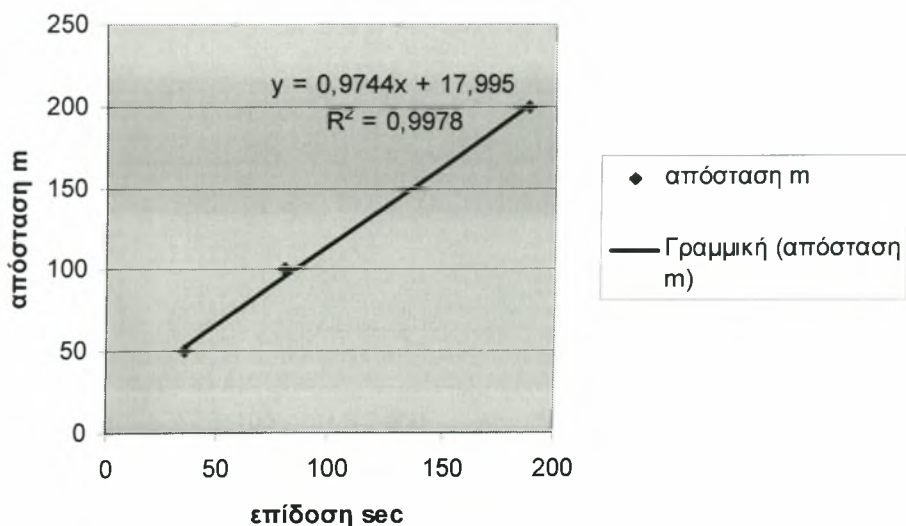
επίδοση sec	απόσταση m
83	50
162	100
363	200



Σχήμα 9. Εξίσωση ΚΤ 2<sup>ης</sup> μέτρησης για τον αθλητή 3.

Πίνακας 10. Επιδόσεις 2<sup>ης</sup> μέτρησης για τον αθλητή 4.

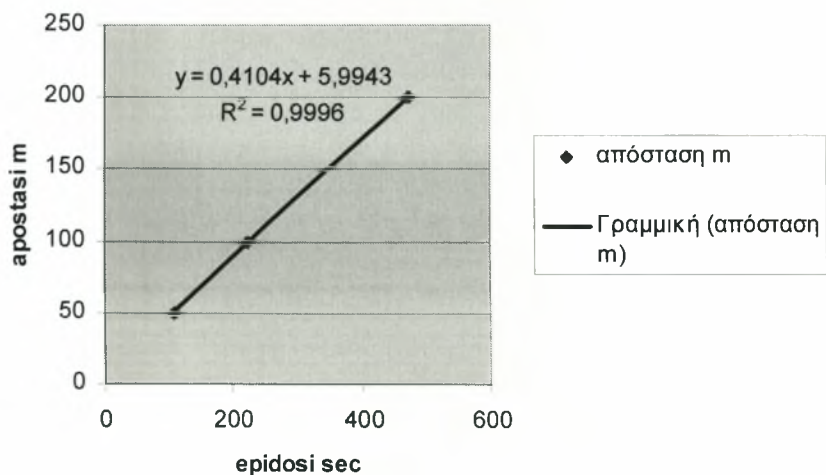
επίδοση sec	απόσταση m
35,8	50
80	100
188	200



Σχήμα 10. Εξίσωση KT 2<sup>ης</sup> μέτρησης για τον αθλητή 4.

Πίνακας 11. Επιδόσεις 2<sup>ης</sup> μέτρησης για την αθλήτρια 5.

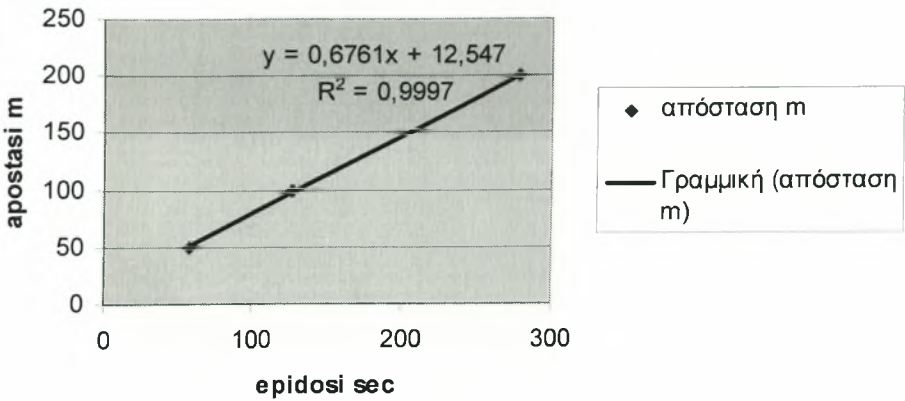
επίδοση sec	απόσταση m
110	50
225	100
474	200



Σχήμα 11. Εξίσωση KT 2<sup>ης</sup> μέτρησης για την αθλήτρια 5.

Πίνακας 12. Επιδόσεις 2<sup>ης</sup> μέτρησης για την αθλήτρια 6.

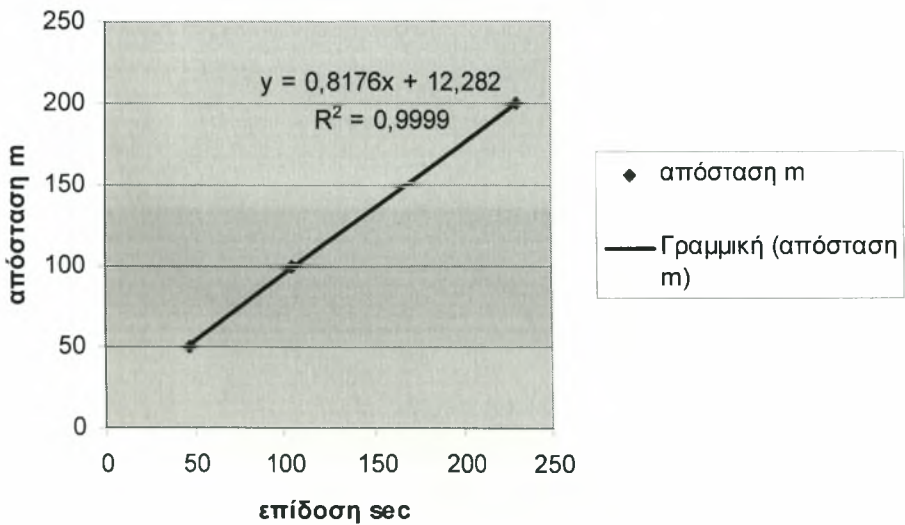
επίδοση sec	απόσταση m
57	50
127	100
278	200



Σχήμα 12. Εξίσωση ΚΤ 2<sup>ης</sup> μέτρησης για την αθλήτρια 6.

Πίνακας 13. Επιδόσεις 3<sup>ης</sup> μέτρησης για τον αθλητή 1.

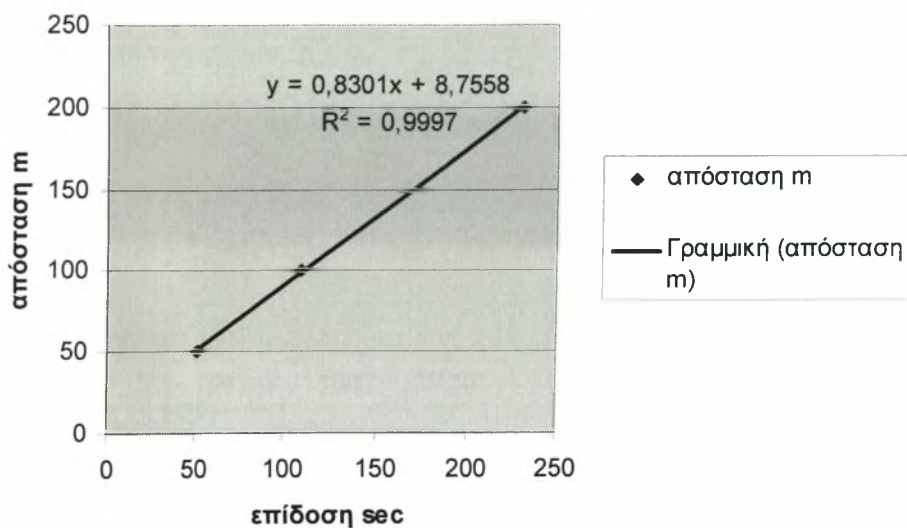
επίδοση sec	απόσταση m
47	50
106	100
230	200



Σχήμα 13. Εξίσωση ΚΤ 3<sup>ης</sup> μέτρησης για τον αθλητή 1.

Πίνακας 14. Επιδόσεις 3<sup>ης</sup> μέτρησης για τον αθλητή 2.

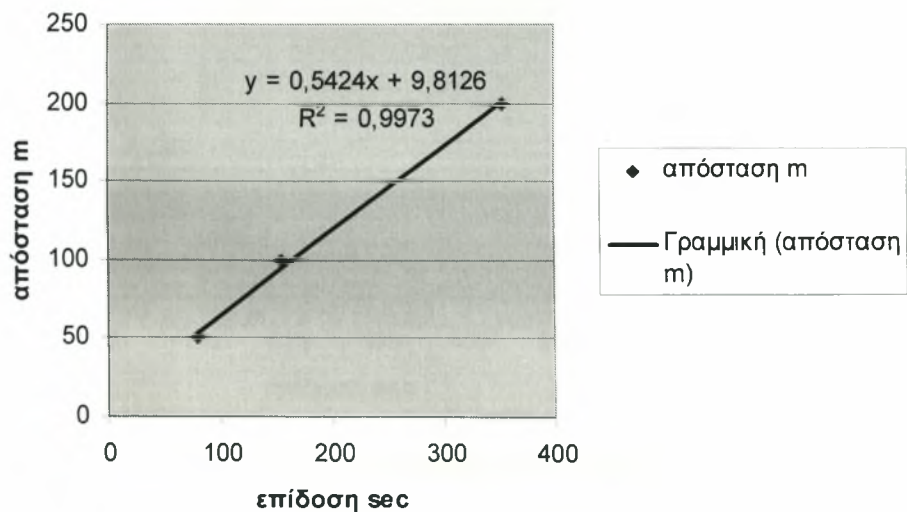
επίδοση sec	απόσταση m
51	50
108	100
231	200



Σχήμα 14. Εξίσωση ΚΤ 3<sup>ης</sup> μέτρησης για τον αθλητή 2.

Πίνακας 15. Επιδόσεις 3<sup>ης</sup> μέτρησης για τον αθλητή 3.

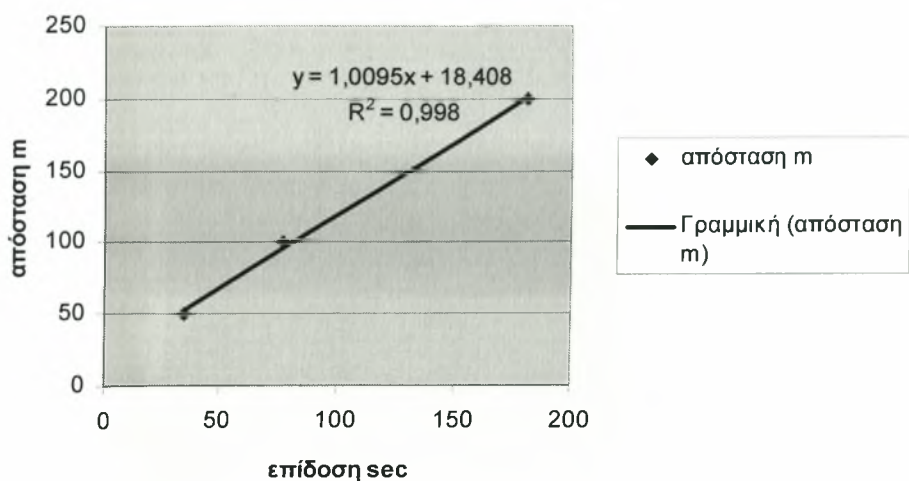
επίδοση sec	απόσταση m
80	50
158	100
353	200



Σχήμα 15. Εξίσωση ΚΤ 3<sup>ης</sup> μέτρησης για τον αθλητή 3.

Πίνακας 16. Επιδόσεις 3<sup>ης</sup> μέτρησης για τον αθλητή 4.

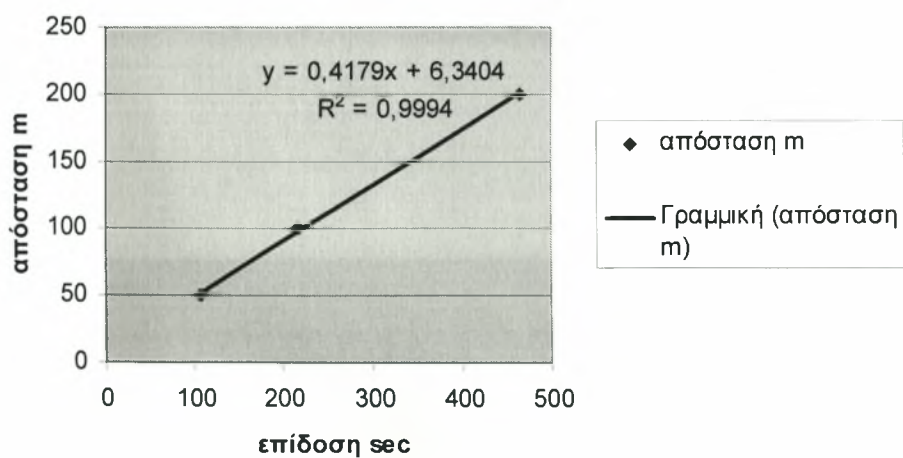
επίδοση sec	απόσταση m
34	50
77	100
181	200



Σχήμα 16. Εξίσωση ΚΤ 3<sup>ης</sup> μέτρησης για τον αθλητή 4.

Πίνακας 17. Επιδόσεις 3<sup>ης</sup> μέτρησης για την αθλήτρια 5.

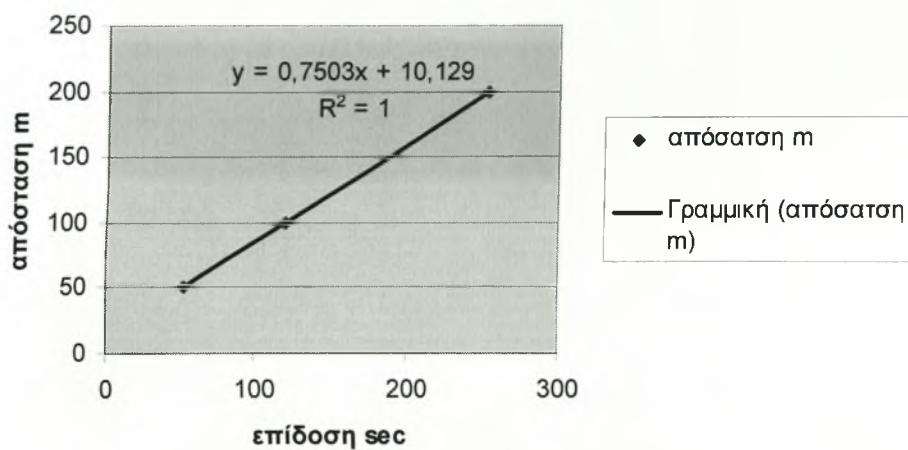
επίδοση sec	απόσταση m
108	50
219	100
465	200



Σχήμα 17. Εξίσωση ΚΤ 3<sup>ης</sup> μέτρησης για την αθλήτρια 5.

Πίνακας 18. Επιδόσεις 3<sup>ης</sup> μέτρησης για την αθλήτρια 6.

επίδοση sec	απόσταση m
53	50
120	100
253	200



Σχήμα 18. Εξίσωση ΚΤ 3<sup>ης</sup> μέτρησης για την αθλήτρια 6.